

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
FACULTÉ DE MÉDECINE, MAÏEUTIQUE ET SCIENCES DE LA SANTÉ

ANNÉE : 2022

N : 44

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Diplôme d'État

Mention : D.E.S Anesthésie et Réanimation

PAR

MUNSCH Cédric Gauthier

né le 25/11/1992 à MULHOUSE (68)

**ECMO en pont à l'implantation d'une assistance
ventriculaire durable : Impact sur les complications
périopératoires et le devenir des patients**

Président du jury : Professeur Paul Michel MERTES

Directeur de thèse : Docteur Xavier DELABRANCHE

LISTES DES ENSEIGNANTS

FACULTÉ DE MÉDECINE, MAÏEUTIQUE ET SCIENCES DE LA SANTÉ

Edition SEPTEMBRE 2021
Année universitaire 2021-2022



- **Président de l'Université** M. DENEKEN Michel
- **Doyen de la Faculté** M. SIBILJA Jean
- **Assesseur du Doyen** M. DERUELLE Philippe
- **Doyens honoraires :** (1976-1983) M. DORNER Marc
- (1983-1989) M. MANTZ Jean-Marie
- (1989-1994) M. VINCENDON Guy
- (1994-2001) M. GERLINGER Pierre
- (2001-2011) M. LUDÉS Bertrand
- **Chargé de mission auprès du Doyen** M. VICENTE Gilbert
- **Responsable Administratif** M. STEEGMANN Geoffroy



HOPITAUX UNIVERSITAIRES
DE STRASBOURG (HUS)
Directeur général : M. GALY Michaël

A1 - PROFESSEUR TITULAIRE DU COLLEGE DE FRANCE

MANDEL Jean-Louis Chaire "Génétique humaine" (à compter du 01.11.2003)

A2 - MEMBRE SENIOR A L'INSTITUT UNIVERSITAIRE DE FRANCE (I.U.F.)

BAHRAM Séiamak Immunologie biologique (01.10.2013 au 31.09.2018)
DOLLFUS Hélène Génétique clinique (01.10.2014 au 31.09.2019)

A3 - PROFESSEUR(E)S DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS (PU-PH)

PO224	NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
	ADAM Philippe P0001	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Hospitalisation des Urgences de Traumatologie / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
	AKLADIOS Cherif P0191	NRP0 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
	ANDRES Emmanuel P0002	RP0 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Serv. de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	53.01 Option : médecine Interne
	ANHEIM Mathieu P0003	NRP0 NCS	• Pôle Tête et Cou-CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
	Mme ANTAL Maria Cristina M0003 / P0219	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hautepierre • Institut d'Histologie / Faculté de Médecine	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
	ARNAUD Laurent P0186	NRP0 NCS	• Pôle MIRNED - Service de Rhumatologie / Hôpital de Hautepierre	50.01 Rhumatologie
	BACHELLIER Philippe P0004	RP0 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	53.02 Chirurgie générale
	BAHRAM Seiamak P0005	NRP0 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil - Institut d'Hématologie et d'Immunologie / Hôpital Civil / Faculté	47.03 Immunologie (option biologique)
	BAUMERT Thomas P0007	NRP0 CS	• Pôle Hépatodigestif de l'Hôpital Civil - Institut de Recherche sur les Maladies virales et hépatiques/Fac	52.01 Gastro-entérologie ; hépatologie Option : hépatologie
	Mme BEAU-FALLER Michèle M0007 / P0170	NRP0 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
	BEAUJEUX Rémy P0008	NRP0 CS	• Pôle d'Imagerie - CME / Activités transversales - Unité de Neuroradiologie interventionnelle / Hautepierre	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
	BECMEUR François P0009	NRP0 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Hautepierre	54.02 Chirurgie infantile
	BERNA Fabrice P0192	NRP0 CS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie Option : Psychiatrie d'Adultes
	BERTSCHY Gilles P0013	RP0 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie II / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
	BIERRY Guillaume P0178	NRP0 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie II - Neuroradiologie-imagerie ostéoarticulaire-Pédiatrie / Hôpital Hautepierre	43.02 Radiologie et Imagerie médicale (option clinique)
	BILBAULT Pascal P0014	RP0 CS	• Pôle d'Urgences / Réanimations médicales / CAP - Service des Urgences médico-chirurgicales Adultes / HP	48.02 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : médecine d'urgence
	BLANC Frédéric P0213	NRP0 NCS	• Pôle de Gériatrie - Service Evaluation - Gériatrie - Hôpital de la Robertsau	53.01 Médecine interne ; addictologie Option : gériatrie et biologie du vieillissement
	BODIN Frédéric P0187	NRP0 NCS	• Pôle de Chirurgie Maxillo-faciale, morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et maxillo-faciale / Hôpital Civil	50.04 Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique ; Brûlologie
	BONNEMAINS Laurent M0099 / P0215	NRP0 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 - Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
	BONNOMET François P0017	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre inférieur / HP	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
	BOURCIER Tristan P0018	NRP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service d'Ophthalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
	BOURGIN Patrice P0020	NRP0 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie - Unité du Sommeil / Hôpital Civil	49.01 Neurologie
	Mme BRIGAND Cécile P0022	NRP0 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
	BRUANT-RODIER Catherine P0023	NRP0 CS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / HP	50.04 Option : chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
	Mme CAILLARD-OHLMANN Sophie P0171	NRP0 NCS	• Pôle de Spécialités médicales-Ophthalmologie / SMO - Service de Néphrologie-Transplantation / NHC	52.03 Néphrologie

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
CASTELAIN Vincent P0027	NRP6 NCS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital Hautepierre	48.02 Réanimation
CHAKFE Nabil P0029	NRP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale NHC	51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire Option : chirurgie vasculaire
CHARLES Yann-Philippe M0013 / P0172	NRP6 NCS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service de Chirurgie du rachis / Chirurgie B / HC	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CHARLOUX Anne P0028	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
Mme CHARPIOT Anne P0030	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
Mme CHENARD-NEU Marie-Pierre P0041	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques (option biologique)
CLAVERT Philippe P0044	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du Membre supérieur / HP	42.01 Anatomie (option clinique, orthopédie traumatologique)
COLLANGE Olivier P0193	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation Chirurgicale / NHC	48.01 Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (option Anesthésiologie- Réanimation - Type clinique)
COLLONGUES Nicolas M0016 / PO220	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou-CETD - Centre d'Investigation Clinique / NHC et HP	49.01 Neurologie
CRIBIER Bernard P0045	NRP6 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
de BLAY de GAIX Frédéric P0048	RP6 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
de SEZE Jérôme P0057	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Centre d'Investigation Clinique (CIC) - AX5 / Hôp. de Hautepierre	49.01 Neurologie
DEBRY Christian P0049	RP6 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
DERUELLE Philippe P0199	RP6 NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / Hôpital de Hautepierre	54.03 Gynécologie-Obstétrique; gynécologie médicale: option gynécologie-obstétrique
Mme DOLLFUS-WALTMANN Hélène P0054	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Hautepierre	47.04 Génétique (type clinique)
EHLINGER Matthieu P0188	NRP6 NCS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service d'Orthopédie-Traumatologie du membre inférieur / HP	50.02 Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Mme ENTZ-WERLE Natacha P0059	NRP6 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme FACCA Sybille P0179	NRP6 CS	• Pôle de l'Appareil Locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôp. Hautepierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme FAFH-KREMER Samira P0060	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
FAITOT François P0216	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. de chirurgie générale, hépatique et endocrinienne et Transplantation / HP	53.02 Chirurgie générale
FALCOZ Pierre-Emmanuel P0052	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Chirurgie Thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
FORNECKER Luc-Matthieu P0208	NRP6 NCS	• Pôle d'Oncolo-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.01 Hématologie ; Transfusion Option : Hématologie
GALLIX Benoit P0214	NCS	• IHU - Institut Hospitalo-Universitaire - Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale
GANGI Aïshin P0062	RP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GARNON Julien P0221	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / Nouvel Hôpital Civil	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
GAUCHER David P0063	NRP6 NCS	• Pôle des Spécialités Médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
GENY Bernard P0064	NRP6 CS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
GEORG Yannick P0200	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. de Chirurgie Vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire/ Option : chirurgie vasculaire
GICQUEL Philippe P0065	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital de Hautepierre	54.02 Chirurgie infantile
GOICHOT Bernard P0066	NRP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et de nutrition / HP	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme GONZALEZ Maria P0067	NRP6 CS	• Pôle de Santé publique et santé au travail - Service de Pathologie Professionnelle et Médecine du Travail/HC	46.02 Médecine et santé au travail Travail
GOTTENBERG Jacques-Eric P0068	NRP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	50.01 Rhumatologie
HANNEDOUCHE Thierry P0071	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie - Dialyse / Nouvel Hôpital Civil	52.03 Néphrologie
HANSMANN Yves P0072	RP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service des Maladies infectieuses et tropicales / NHC	45.03 Option : Maladies infectieuses
Mme HELMS Julie M0114 / P0209	NRP6 NCS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Médecine Intensive-Réanimation
HIRSCH Edouard P0075	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
IMPERIALE Alessio P0194	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
ISNER-HOROBETI Marie-Eve P0189	RP6 CS	• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	49.05 Médecine Physique et Réadaptation
JAULHAC Benoît P0078	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme JEANDIDIER Nathalie P0079	NRP6 CS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service d'Endocrinologie, diabète et nutrition / HC	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Mme JESEL-MOREL Laurence P0201	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
KALTENBACH Georges P0081	RP6 CS	• Pôle de Gériatrie - Service de Médecine Interne - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau - Secteur Evaluation - Gériatrie / Hôpital de la Robertsau	53.01 Option : gériatrie et biologie du vieillissement

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
Mme KESSLER Laurence P0084	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Serv. d'Endocrinologie, Diabète, Nutrition et Addictologie/ Méd.B/HC	54.04 Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
KESSLER Romain P0085	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie
KINDO Michel P0195	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme KORGANOW Anne-Sophie P0087	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
KREMER Stéphane M0038 / P0174	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service Imagerie II - Neuroradio Ostéoarticulaire - Pédiatrie / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
KUHN Pierre P0175	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Serv. de Néonatalogie et Réanimation néonatale (Pédiatrie II)/HP	54.01 Pédiatrie
KURTZ Jean-Emmanuel P0089	RP6 NCS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Service d'hématologie / ICANS	47.02 Option : Cancérologie (clinique)
Mme LALANNE-TONGIO Laurence P0202	NRP6 CS	• Pôle de Psychiatrie, Santé mentale et Addictologie - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes ; Addictologie (Option : Addictologie)
LANG Hervé P0090	NRP6 NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillofaciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
LAUGEL Vincent P0092	RP6 CS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie 1 / Hôpital Hautepierre	54.01 Pédiatrie
Mme LEJAY Anne M0102 / P0217	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale cardiovasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de Transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
LE MINOR Jean-Marie P0190	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine - Service de Neuroradiologie, d'imagerie Ostéoarticulaire et interventionnelle/ Hôpital de Hautepierre	42.01 Anatomie
LESSINGER Jean-Marc P0	RP6 CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie générale et spécialisée / LBGS / NHC - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / Hautepierre	82.00 Sciences Biologiques de Pharmacie
LIPSKER Dan P0093	NRP6 NCS	• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillofaciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-vénérologie
LIVERNEAUX Philippe P0094	RP6 NCS	• Pôle de l'Appareil locomoteur - Service de Chirurgie de la Main - SOS Main / Hôp. de Hautepierre	50.02 Chirurgie orthopédique et traumatologique
MALOUF Gabriel P0203	NRP6 NCS	• Pôle d'Onco-hématologie - Service d'Onco-génétique / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie
MARK Manuel P0098	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMC	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MARTIN Thierry P0099	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme MASCAUX Céline P0210	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Pneumologie / Nouvel Hôpital Civil	51.01 Pneumologie ; Addictologie
Mme MATHÉLIN Carole P0101	NRP6 CS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Unité de Sénologie / ICANS	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; Gynécologie Médicale
MAUVIEUX Laurent P0102	NRP6 CS	• Pôle d'Onco-Hématologie - Laboratoire d'Hématologie Biologique - Hôpital de Hautepierre - Institut d'Hématologie / Faculté de Médecine	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
MAZZUCOTELLI Jean-Philippe P0103	NRP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie Cardio-vasculaire / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
MENARD Didier P0222	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
MERTES Paul-Michel P0104	RP6 CS	• Pôle d'Anesthésiologie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésiologie-Réanimation chirurgicale / NHC	48.01 Option : Anesthésiologie-Réanimation (type mixte)
MEYER Alain M0093 / P0223	NRP6 NCS	• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option biologique)
MEYER Nicolas P0105	NRP6 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Laboratoire de Biostatistiques / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / Hôp. Civil	46.04 Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication (option biologique)
MEZIANI Ferhat P0106	NRP6 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation Médicale / Nouvel Hôpital Civil	48.02 Réanimation
MONASSIER Laurent P0107	NRP6 CS	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Labo. de Neurobiologie et Pharmacologie cardio-vasculaire-EA7295 / Fac	48.03 Option : Pharmacologie fondamentale
MOREL Olivier P0108	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
MOULIN Bruno P0109	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Néphrologie - Transplantation / Nouvel Hôpital Civil	52.03 Néphrologie
MUTTER Didier P0111	RP6 NCS	• Pôle Hépatodigestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / NHC	52.02 Chirurgie digestive
NAMER Izzie Jacques P0112	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
NOEL Georges P0114	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Service de radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option Radiothérapie biologique
NOLL Eric M0111 / P0218	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale SAMU-SMUR - Service Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale - HP	48.01 Anesthésiologie-Réanimation
OHANA Mickael P0211	NRP6 NCS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
OHLMANN Patrick P0115	RP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civil	51.02 Cardiologie
Mme OLLAND Anne P0204	NRP6 NCS	• Pôle de Pathologie Thoracique - Service de Chirurgie thoracique / Nouvel Hôpital Civil	51.03 Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme PAILLARD Catherine P0180	NRP6 CS	• Pôle médico-chirurgicale de Pédiatrie - Service de Pédiatrie III / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
PELACCIA Thierry P0205	NRP6 NCS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimation chirurgicales / SAMU-SMUR - Centre de formation et de recherche en pédagogie des sciences de la santé / Faculté	48.05 Réanimation ; Médecine d'urgence Option : Médecine d'urgences

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
Mme PERRETTA Silvana P0117	NRP6 NCS	• Pôle Hépato-digestif de l'Hôpital Civil - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie digestive
PESSAUX Patrick P0118	NRP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Viscérale et Digestive / Nouvel Hôpital Civil	52.02 Chirurgie Digestive
PETIT Thierry P0119	CDp	• ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
PIVOT Xavier P0206	NRP6 NCS	• ICANS - Département de médecine oncologique	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie Option : Cancérologie Clinique
POTTECHER Julien P0181	NRP6 CS	• Pôle d'Anesthésie / Réanimations chirurgicales / SAMU-SMUR - Service d'Anesthésie et de Réanimation Chirurgicale/Hautepierre	48.01 Anesthésiologie-réanimation ; Médecine d'urgence (option clinique)
PRADIGNAC Alain P0123	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine interne et nutrition / HP	44.04 Nutrition
PROUST François P0182	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - Service de Neurochirurgie / Hôpital de Hautepierre	49.02 Neurochirurgie
Pr RAUL Jean-Sébastien P0125	NRP6 CS	• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et NHC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
REIMUND Jean-Marie P0126	NRP6 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Serv. d'Hépto-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive / HP	52.01 Option : Gastro-entérologie
Pr RICCI Roméo P0127	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Département Biologie du développement et cellules souches / IgBMC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
ROHR Serge P0128	NRP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
ROMAIN Benoît M0061 / P0224	NRP6 NCS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
Mme ROSSIGNOL-BERNARD Sylvie P0196	NRP6 NCS	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Hautepierre	54.01 Pédiatrie
ROUL Gérard P0129	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Cardiologie / Nouvel Hôpital Civi	51.02 Cardiologie
Mme ROY Catherine P0140	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Serv. d'Imagerie B - Imagerie viscérale et cardio-vasculaire / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (opt clinique)
SANANES Nicolas P0212	NRP6 NCS	• Pôle de Gynécologie-Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique/ HP	54.03 Gynécologie-Obstétrique ; gynécologie médicale Option : Gynécologie-Obstétrique
SAUER Arnaud P0183	NRP6 NCS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
SAULEAU Erik-André P0184	NRP6 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Service de Santé Publique / Hôpital Civil • Biostatistiques et Informatique / Faculté de médecine / HC	46.04 Biostatistiques, Informatique médicale et Technologies de Communication (option biologique)
SAUSSINE Christian P0143	RP6 CS	• Pôle d'Urologie, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Urologique / Nouvel Hôpital Civil	52.04 Urologie
Mme SCHATZ Claude P0147	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service d'Ophtalmologie / Nouvel Hôpital Civil	55.02 Ophtalmologie
Mme SCHLUTH-BOLARD Caroline P0225	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
SCHNEIDER Francis P0144	NRP6 CS	• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	48.02 Réanimation
Mme SCHRÖDER Carmen P0185	NRP6 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychothérapie pour Enfants et Adolescents / HC	49.04 Pédopsychiatrie ; Addictologie
SCHULTZ Philippe P0145	NRP6 NCS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Serv. d'Oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie cervico-faciale / HP	55.01 Oto-rhino-laryngologie
SERFATY Lawrence P0197	NRP6 CS	• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service d'Hépto-Gastro-Entérologie et d'Assistance Nutritive/HP	52.01 Gastro-entérologie ; Hépatologie ; Addictologie Option : Hépatologie
SIBILIA Jean P0146	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital Hautepierre	50.01 Rhumatologie
STEPHAN Dominique P0150	NRP6 CS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. des Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique/NHC	51.04 Option : Médecine vasculaire
THAVEAU Fabien P0152	NRP6 NCS	• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Service de Chirurgie vasculaire et de transplantation rénale / NHC	51.04 Option : Chirurgie vasculaire
Mme TRANCHANT Christine P0153	NRP6 CS	• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
VELLON Francis P0155	NRP6 CS	• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie 1 - Imagerie viscérale, ORL et mammaire / HP	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option clinique)
VELTEN Michel P0156	NRP6 NCS	• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Département de Santé Publique / Secteur 3 - Epidémiologie et Economie de la Santé / Hôpital Civil • Laboratoire d'Epidémiologie et de santé publique / HC / Faculté	46.01 Epidémiologie, économie de la santé et prévention (option biologique)
VETTER Denis P0157	NRP6 NCS	• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques/HC	52.01 Option : Gastro-entérologie
VIDAILHET Pierre P0158	NRP6 CS	• Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	49.03 Psychiatrie d'adultes
VIVILLE Stéphane P0159	NRP6 NCS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Pathologies tropicales /Faculté	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
VOGEL Thomas P0160	NRP6 CS	• Pôle de Gériatrie - Serv. de soins de suite et réadaptation gériatrique/Hôp.Robertsau	51.01 Option : Gériatrie et biologie du vieillissement
WEBER Jean-Christophe Pierre P0162	NRP6 CS	• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne / Nouvel Hôpital Civil	53.01 Option : Médecine Interne

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
WOLF Philippe P0207	NRPô NCS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie Générale et de Transplantations multiorganes / HP - Coordonnateur des activités de prélèvements et transplantations des HU 	53.02 Chirurgie générale
Mme WOLFF Valérie P0001	NRPô CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Tête et Cou - Unité Neurovasculaire / Hôpital de Hautepierre 	49.01 Neurologie

HC : Hôpital Civil - HP : Hôpital de Hautepierre - NHC : Nouvel Hôpital Civil - PTM = Plateau technique de microbiologie

* : CS (Chef de service) ou NCS (Non Chef de service hospitalier) Cspi : Chef de service par intérim CSp : Chef de service provisoire (un an)

CU : Chef d'unité fonctionnelle

Pô : Pôle RPô (Responsable de Pôle) ou NRPô (Non Responsable de Pôle)

Cons. : Consultat hospitalier (poursuite des fonctions hospitalières sans chef de service) Dir : Directeur

(1) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2018

(3) (7) Consultant hospitalier (pour un an) éventuellement renouvelable -> 31.08.2017

(5) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2019 (8) Consultant hospitalier (pour une 2ème année) -> 31.08.2017

(6) En surnombre universitaire jusqu'au 31.08.2017 (9) Consultant hospitalier (pour une 3ème année) -> 31.08.2017

A4 - PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
CALVEL Laurent	NRPô CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Soins palliatifs / NHC 	46.05 Médecine palliative
HABERSETZER François	CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Hépatodigestif - Service de Gastro-Entérologie - NHC 	52.01 Gastro-Entérologie
MIYAZAKI Toru		<ul style="list-style-type: none"> • Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique / HC 	
SALVAT Eric	CS	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Tête-Cou - Centre d'Evaluation et de Traitement de la Douleur / HP 	

M0142	B1 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS (MCU-PH)		
-------	---	--	--

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
AGIN Arnaud M0001		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et Médecine nucléaire
Mme ANTONI Delphine M0109		• Pôle d'Imagerie - Service de Radiothérapie / ICANS	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie
Mme AYME-DIETRICH Estelle M0117		• Pôle de Pharmacologie - Unité de Pharmacologie clinique / Faculté de Médecine	48.03 Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie Option : pharmacologie fondamentale
Mme BIANCALANA Valérie M0008		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
BLONDET Cyrille M0091		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire (option clinique)
BOUSIGES Olivier M0092		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme BRU Valérie M0045		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS - Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme BUND Caroline M0129		• Pôle d'Imagerie - Service de médecine nucléaire et imagerie moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
CARAPITO Raphaël M0113		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie
CAZZATO Roberto M0118		• Pôle d'Imagerie - Service d'Imagerie A interventionnelle / NHC	43.02 Radiologie et imagerie médicale (option biologique)
Mme CEBULA Hélène M0124		• Pôle Tête-Cou - Service de Neurochirurgie / HP	49.02 Neurochirurgie
CERALINE Jocelyn M0012		• Pôle de Biologie - Département de Biologie structurale Intégrative / IGBMC	47.02 Cancérologie ; Radiothérapie (option biologique)
CERRIER Thomas M0136		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
CHOQUET Philippe M0014		• Pôle d'Imagerie - UF6237 - Imagerie Préclinique / HP	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
CLERE-JEHL Raphaël M0137		• Pôle Urgences - Réanimations médicales / Centre antipoison - Service de Réanimation médicale / Hôpital de Hautepierre	48.02 Réanimation
Mme CORDEANU Elena Mihaela M0138		• Pôle d'activité médico-chirurgicale Cardio-vasculaire - Serv. des Maladies vasculaires-HTA-Pharmacologie clinique/NHC	51.04 Option : Médecine vasculaire
DALL'YOUCEF Ahmed Nassim M0017		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
DELHORME Jean-Baptiste M0130		• Pôle des Pathologies digestives, hépatiques et de la transplantation - Service de Chirurgie générale et Digestive / HP	53.02 Chirurgie générale
DEVYS Didier M0019		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme DINKELACKER Véra M0131		• Pôle Tête et Cou - CETD - Service de Neurologie / Hôpital de Hautepierre	49.01 Neurologie
DOLLÉ Pascal M0021		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme ENACHE Irina M0024		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / IGBMC	44.02 Physiologie
Mme FARRUGIA-JACAMON Audrey M0034		• Pôle de Biologie - Service de Médecine Légale, Consultation d'Urgences médico-judiciaires et Laboratoire de Toxicologie / Faculté et HC • Institut de Médecine Légale / Faculté de Médecine	46.03 Médecine Légale et droit de la santé
FELTEN Renaud M0139		• Pôle Tête et Cou - CETD - Centre d'investigation Clinique (CIC) - AX5 / Hôpital de Hautepierre	48.04 Thérapeutique, Médecine de la douleur, Addictologie
FILISSETTI Denis M0025	CS	• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Faculté	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
FOUCHER Jack M0027		• Institut de Physiologie / Faculté de Médecine • Pôle de Psychiatrie et de santé mentale - Service de Psychiatrie I / Hôpital Civil	44.02 Physiologie (option clinique)
GANTNER Pierre M0132		• Pôle de Biologie - Laboratoire (Institut) de Virologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
GIES Vincent M0140		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine Interne et d'Immunologie Clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
GRILLON Antoine M0133		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
GUERIN Eric M0032		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire (option biologique)
GUFFROY Aurélien M0125		• Pôle de Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - Service de Médecine interne et d'Immunologie clinique / NHC	47.03 Immunologie (option clinique)
Mme HARSAN-RASTEI Laura M0119		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
HUBELE Fabrice M0033		• Pôle d'Imagerie - Service de Médecine nucléaire et Imagerie Moléculaire / ICANS - Service de Biophysique et de Médecine Nucléaire / NHC	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
KASTNER Philippe M0089		• Pôle de Biologie - Département Génomique fonctionnelle et cancer / IGBMC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme KEMMEL Véronique M0036		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
KOCH Guillaume M0126		- Institut d'Anatomie Normale / Faculté de Médecine	42.01 Anatomie (Option clinique)
Mme KRASNY-PACINI Agata M0134		• Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation - Institut Universitaire de Réadaptation / Clémenceau	49.05 Médecine Physique et Réadaptation
Mme LAMOUR Valérie M0040		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
Mme LANNES Béatrice M0041		• Institut d'Histologie / Faculté de Médecine • Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Hautepierre	42.02 Histologie, Embryologie et Cytogénétique (option biologique)
LAVAUX Thomas M0042		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et de Biologie moléculaire / HP	44.03 Biologie cellulaire

NOM et Prénoms	CS*	Services Hospitaliers ou Institut / Localisation	Sous-section du Conseil National des Universités
LENORMAND Cédric M0103		• Pôle de Chirurgie maxillo-faciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Dermatologie / Hôpital Civil	50.03 Dermato-Vénérologie
HERMITTE Benoît M0115		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Haute-pierre	42.03 Anatomie et cytologie pathologiques
LUTZ Jean-Christophe M0046		• Pôle de Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, Chirurgie maxillofaciale, Morphologie et Dermatologie - Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-faciale / Hôpital Civil	55.03 Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MIGUET Laurent M0047		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Hôpital de Haute-pierre et NHC	44.03 Biologie cellulaire (type mixte : biologique)
Mme MOUTOU Céline ép. GUNTNER M0049	CS	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic préimplantatoire / CMCO Schiltigheim	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
MULLER Jean M0050		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique (option biologique)
Mme NICOLAE Alina M0127		• Pôle de Biologie - Service de Pathologie / Hôpital de Haute-pierre	42.03 Anatomie et Cytologie Pathologiques (Option Clinique)
Mme NOURRY Nathalie M0011		• Pôle de Santé publique et Santé au travail - Serv. de Pathologie professionnelle et de Médecine du travail/HC	46.02 Médecine et Santé au Travail (option clinique)
PENCREAC'H Erwan M0052		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et biologie moléculaire / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire
PFUFF Alexander M0053		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale /PTM HUS	45.02 Parasitologie et mycologie
Mme PITON Amélie M0094		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / NHC	47.04 Génétique (option biologique)
Mme PORTER Louise M0135		• Pôle de Biologie - Service de Génétique Médicale / Hôpital de Haute-pierre	47.04 Génétique (type clinique)
PREVOST Gilles M0057		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme RADOSAVLJEVIC Mirjana M0058		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie biologique / Nouvel Hôpital Civil	47.03 Immunologie (option biologique)
Mme REIX Nathalie M0095		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie et Biologie moléculaire / NHC - Service de Chirurgie / ICANS	43.01 Biophysique et médecine nucléaire
Mme RIOU Marianne M0141		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option clinique)
ROGUE Patrick (cf. A2) M0060		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Biochimie Générale et Spécialisée / NHC	44.01 Biochimie et biologie moléculaire (option biologique)
Mme ROLLAND Delphine M0121		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Hématologie biologique / Haute-pierre	47.01 Hématologie ; transfusion (type mixte : Hématologie)
Mme RUPPERT Elisabeth M0106		• Pôle Tête et Cou - Service de Neurologie - Unité de Pathologie du Sommeil / HC	49.01 Neurologie
Mme SABOU Alina M0096		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie médicale/PTM HUS - Institut de Parasitologie / Faculté de Médecine	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme SCHEIDECKER Sophie M0122		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic génétique / Nouvel Hôpital Civil	47.04 Génétique
SCHRAMM Frédéric M0068		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
Mme SOLIS Morgane M0123		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital de Haute-pierre	45.01 Bactériologie-Virologie ; hygiène hospitalière Option : Bactériologie-Virologie
Mme SORDET Christelle M0069		• Pôle de Médecine Interne, Rhumatologie, Nutrition, Endocrinologie, Diabétologie (MIRNED) - Service de Rhumatologie / Hôpital de Haute-pierre	50.01 Rhumatologie
Mme TALAGRAND-REBOUL Emilie M0142		• Pôle de Biologie - Institut (Laboratoire) de Bactériologie / PTM HUS et Faculté	45.01 Option : Bactériologie-virologie (biologique)
TALHA Samy M0070		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et explorations fonctionnelles / NHC	44.02 Physiologie (option clinique)
Mme TALON Isabelle M0039		• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Chirurgie Pédiatrique / Hôpital Haute-pierre	54.02 Chirurgie infantile
TELETIN Marius M0071		• Pôle de Biologie - Service de Biologie de la Reproduction / CMCO Schiltigheim	54.05 Biologie et médecine du développement et de la reproduction (option biologique)
VALLAT Laurent M0074		• Pôle de Biologie - Laboratoire d'Immunologie Biologique - Hôpital de Haute-pierre	47.01 Hématologie ; Transfusion Option Hématologie Biologique
Mme VELAY-RUSCH Aurélie M0128		• Pôle de Biologie - Laboratoire de Virologie / Hôpital Civil	45.01 Bactériologie-Virologie ; Hygiène Hospitalière Option Bactériologie-Virologie biologique
Mme VILLARD Odile M0076		• Pôle de Biologie - Labo. de Parasitologie et de Mycologie médicale / PTM HUS et Fac	45.02 Parasitologie et mycologie (option biologique)
Mme WOLF Michèle M0010		• Chargé de mission - Administration générale - Direction de la Qualité / Hôpital Civil	48.03 Option : Pharmacologie fondamentale
Mme ZALOSZYC Ariane ép. MARCANTONI M0116		• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service de Pédiatrie I / Hôpital de Haute-pierre	54.01 Pédiatrie
ZOLL Joff rey M0077		• Pôle de Pathologie thoracique - Service de Physiologie et d'Explorations fonctionnelles / HC	44.02 Physiologie (option clinique)

B2 - PROFESSEURS DES UNIVERSITES (monoappartenant)

Pr BONAHA Christian P0166

Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine

72. Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques

B3 - MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES (monoappartenant)

Mr KESSEL Nils	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr LANDRE Lionel	ICUBE-UMR 7357 - Equipe IMIS / Faculté de Médecine	69.	Neurosciences
Mme THOMAS Marion	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mme SCARFONE Marianna M0082	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques
Mr ZIMMER Alexis	Département d'Histoire de la Médecine / Faculté de Médecine	72.	Epistémologie - Histoire des sciences et des Techniques

C - ENSEIGNANTS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE**C1 - PROFESSEURS ASSOCIES DES UNIVERSITES DE M. G. (mi-temps)**

Pr Ass. GRIES Jean-Luc	M0084	Médecine générale (01.09.2017)
Pr. GROB-BERTHOU Anne	M0109	Médecine générale (01.09.2015 au 31.08.2018)
Pr GUILLOU Philippe	M0089	Médecine générale (01.11.2013 au 31.08.2016)
Pr HILD Philippe	M0090	Médecine générale (01.11.2013 au 31.08.2016)
Pr ROUGERIE Fabien	M0097	Médecine générale (01.09.2014 au 31.08.2017)

C2 - MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE - TITULAIRE

Dre CHAMBE Juliette Dr LORENZO Mathieu	M0108	53.03 Médecine générale (01.09.2015)
---	-------	--------------------------------------

C3 - MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DES UNIVERSITES DE M. G. (mi-temps)

Dre BREITWILLER-DUMAS Claire Dre SANSELME Anne-Elisabeth Dr SCHMITT Yannick		Médecine générale (01.09.2016 au 31.08.2019) Médecine générale Médecine générale
---	--	--

D - ENSEIGNANTS DE LANGUES ETRANGERES**D1 - PROFESSEUR AGREGE, PRAG et PRCE DE LANGUES**

Mme ACKER-KESSLER Pia	M0085	Professeure certifiée d'Anglais (depuis 01.09.03)
Mme CANDAS Peggy	M0086	Professeure agrégée d'Anglais (depuis le 01.09.99)
Mme SIEBENBOUR Marie-Noëlle	M0087	Professeure certifiée d'Allemand (depuis 01.09.11)
Mme JUNGER Nicole	M0088	Professeure certifiée d'Anglais (depuis 01.09.09)
Mme MARTEN Susanne	M0098	Professeure certifiée d'Allemand (depuis 01.09.14)

E - PRATICIENS HOSPITALIERS - CHEFS DE SERVICE NON UNIVERSITAIRES

Dr ASTRUC Dominique	• Pôle médico-chirurgical de Pédiatrie - Service de Réanimation pédiatrique spécialisée et de surveillance continue / Hôpital de Hautepierre
Dr DE MARCHI Martin	• Pôle Oncologie médico-chirurgicale et d'Hématologie - Service d'Oncologie Médicale / ICANS
Mme Dre GERARD Bénédicte	• Pôle de Biologie - Laboratoire de Diagnostic Génétique / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre GOURIEUX Bénédicte	• Pôle de Pharmacie-pharmacologie - Service de Pharmacie-Stérilisation / Nouvel Hôpital Civil
Dr KARCHER Patrick	• Pôle de Gériatrie - Service de Soins de suite de Longue Durée et d'hébergement gériatrique / EHPAD / Hôpital de la Robertsau
Mme Dre LALLEMAN Lucie	• Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - Permanence d'accès aux soins de santé - La Boussole (PASS)
Dr LEFEBVRE Nicolas	• Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - Service des Maladies Infectieuses et Tropicales / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre LICHTBLAU Isabelle	• Pôle de Biologie - Laboratoire de biologie de la reproduction / CMCO de Schiltigheim
Mme Dre MARTIN-HUNYADI Catherine	• Pôle de Gériatrie - Secteur Evaluation / Hôpital de la Robertsau
Dr NISAND Gabriel	• Pôle de Santé Publique et Santé au travail - Service de Santé Publique - DIM / Hôpital Civil
Mme Dre PETIT Flore	• Pôle de Spécialités Médicales - Ophtalmologie - Hygiène (SMO) - UCSA
Dr PIRRELLO Olivier	• Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Service de Gynécologie-Obstétrique / CMCO
Dr REY David	• Pôle Spécialités médicales - Ophtalmologie / SMO - «Le trait d'union» - Centre de soins de l'infection par le VIH / Nouvel Hôpital Civil
Mme Dre RONDE OUSTEAU Cécile	• Pôle Locomax - Service de Chirurgie Séptique / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre RONGIERES Catherine	• Pôle de Gynécologie et d'Obstétrique - Centre Clinico Biologique d'AMP / CMC
Dr TCHOMAKOV Dimitar	• Pôle Médico-Chirurgical de Pédiatrie - Service des Urgences Médico-Chirurgicales pédiatriques / Hôpital de Hautepierre
Mme Dre WEISS Anne	• Pôle Urgences - SAMU67 - Médecine Intensive et Réanimation - SAMU

F1 - PROFESSEURS ÉMÉRITES

- o **de droit et à vie** (membre de l'Institut)
 - CHAMBON Pierre (Biochimie et biologie moléculaire)
 - MANDEL Jean-Louis (Génétique et biologie moléculaire et cellulaire)
- o **pour trois ans** (1er avril 2019 au 31 mars 2022)
 - Mme STEIB Annick (Anesthésie, Réanimation chirurgicale)
- o **pour trois ans** (1er septembre 2019 au 31 août 2022)
 - DUFOUR Patrick (Cancérologie clinique)
 - NISAND Israël (Gynécologie-obstétrique)
 - PINGET Michel (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques)
 - Mme QUOIX Elisabeth (Pneumologie)
- o **pour trois ans** (1er septembre 2020 au 31 août 2023)
 - BELLOCQ Jean-Pierre (Service de Pathologie)
 - DANION Jean-Marie (Psychiatrie)
 - KEMPF Jean-François (Chirurgie orthopédique et de la main)
 - KOPFERSCHMITT Jacques (Urgences médico-chirurgicales Adultes)
- o **pour trois ans** (1er septembre 2021 au 31 août 2024)
 - DANION Anne (Pédopsychiatrie, addictologie)
 - DIEMUNSCH Pierre (Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale)
 - HERBRECHT Raoul (Hématologie)
 - STEIB Jean-Paul (Chirurgie du rachis)

F2 - PROFESSEUR des UNIVERSITES ASSOCIE (mi-temps)

M. SOLER Luc CNU-31 IRCAD (01.09.2009 - 30.09.2012 / renouvelé 01.10.2012-30.09.2015-30.09.2021)

F3 - PROFESSEURS CONVENTIONNÉS* DE L'UNIVERSITE

Pr CHARRON Dominique	(2019-2020)
Pr KINTZ Pascal	(2019-2020)
Pr LAND Walter G.	(2019-2020)
Pr MAHE Antoine	(2019-2020)
Pr MASTELLI Antoine	(2019-2020)
Pr REIS Jacques	(2019-2020)
Pre RONGIERES Catherine	(2019-2020)

(* 4 années au maximum)

G1 - PROFESSEURS HONORAIRES

ADLOFF Michel (Chirurgie digestive) / 01.09.94
 BABIN Serge (Orthopédie et Traumatologie) / 01.09.01
 BALDAUF Jean-Jacques (Gynécologie obstétrique) / 01.09.21
 BAREISS Pierre (Cardiologie) / 01.09.12
 BATZENSCHLAGER André (Anatomie Pathologique) / 01.10.95
 BAUMANN René (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.10
 BERGERAT Jean-Pierre (Cancérologie) / 01.01.16
 BERTHEL Marc (Gériatrie) / 01.09.18
 BIENZT Michel (Hygiène Hospitalière) / 01.09.04
 BLICKLE Jean-Frédéric (Médecine Interne) / 15.10.17
 BLOCH Pierre (Radiologie) / 01.10.95
 BOEHM-BURGER Nelly (Histologie) / 01.09.20
 BOURJAT Pierre (Radiologie) / 01.09.03
 BOUSQUET Pascal (Pharmacologie) / 01.09.19
 BRECHENMACHER Claude (Cardiologie) / 01.07.99
 BRETTE Jean-Philippe (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.10
 BURGHARD Guy (Pneumologie) / 01.10.86
 BURSZTEJN Claude (Pédopsychiatrie) / 01.09.18
 CANTINEAU Alain (Médecine et Santé au travail) / 01.09.15
 CAZENAVE Jean-Pierre (Hématologie) / 01.09.15
 CHAMPY Maxime (Stomatologie) / 01.10.95
 CHAUVIN Michel (Cardiologie) / 01.09.18
 CHELLY Jameleddine (Diagnostic génétique) / 01.09.20
 CINQUALBRE Jacques (Chirurgie générale) / 01.10.12
 CLAVERT Jean-Michel (Chirurgie infantile) / 31.10.16
 COLLARD Maurice (Neurologie) / 01.09.00
 CONRAUX Claude (Oto-Rhino-Laryngologie) / 01.09.98
 CONSTANTINESCO André (Biophysique et médecine nucléaire) / 01.09.11
 DIETEMANN Jean-Louis (Radiologie) / 01.09.17
 DOFFOEL Michel (Gastroentérologie) / 01.09.17
 DUCLOS Bernard (Hépatogastro-Hépatologie) / 01.09.19
 DUPEYRON Jean-Pierre (Anesthésiologie-Réa.Chir.) / 01.09.13
 EISENMANN Bernard (Chirurgie cardio-vasculaire) / 01.04.10
 FABRE Michel (Cytologie et histologie) / 01.09.02
 FISCHBACH Michel (Pédiatrie) / 01.10.16
 FLAMENT Jacques (Ophtalmologie) / 01.09.09
 GAY Gérard (Hépatogastro-entérologie) / 01.09.13
 GERLINGER Pierre (Biol. de la Reproduction) / 01.09.04
 GRENIER Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.97
 GRUCKER Daniel (Institut de Physique Biologique) / 01.09.21
 GUT Jean-Pierre (Virologie) / 01.09.14
 HASSELMANN Michel (Réanimation médicale) / 01.09.18
 HAUPTMANN Georges (Hématologie biologique) / 01.09.06
 HEID Ernest (Dermatologie) / 01.09.04
 IMBS Jean-Louis (Pharmacologie) / 01.09.09
 IMLER Marc (Médecine interne) / 01.09.98
 JACQMIN Didier (Urologie) / 09.08.17
 JAECK Daniel (Chirurgie générale) / 01.09.11
 JAEGER Jean-Henri (Chirurgie orthopédique) / 01.09.11
 JESEL Michel (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.04
 KAHN Jean-Luc (Anatomie) / 01.09.18
 KEHR Pierre (Chirurgie orthopédique) / 01.09.06
 KEMPF Jules (Biologie cellulaire) / 01.10.95
 KREMER Michel / 01.05.98
 KRETZ Jean-Georges (Chirurgie vasculaire) / 01.09.18
 KRIEGER Jean (Neurologie) / 01.01.07
 KUNTZ Jean-Louis (Rhumatologie) / 01.09.08
 KUNTZMANN Francis (Gériatrie) / 01.09.07
 KURTZ Daniel (Neurologie) / 01.09.98
 LANG Gabriel (Orthopédie et traumatologie) / 01.10.98
 LANG Jean-Marie (Hématologie clinique) / 01.09.11
 LANGER Bruno (Gynécologie) / 01.11.19
 LEVY Jean-Marc (Pédiatrie) / 01.10.95
 LONSDORFER Jean (Physiologie) / 01.09.10
 LUTZ Patrick (Pédiatrie) / 01.09.16
 MAILLOT Claude (Anatomie normale) / 01.09.03
 MAITRE Michel (Biochimie et biol. moléculaire) / 01.09.13
 MANDEL Jean-Louis (Génétique) / 01.09.16
 MANGIN Patrice (Médecine Légale) / 01.12.14
 MANTZ Jean-Marie (Réanimation médicale) / 01.10.94
 MARESCAUX Christian (Neurologie) / 01.09.19
 MARESCAUX Jacques (Chirurgie digestive) / 01.09.16
 MARK Jean-Joseph (Biochimie et biologie cellulaire) / 01.09.99
 MESSER Jean (Pédiatrie) / 01.09.07
 MEYER Christian (Chirurgie générale) / 01.09.13
 MEYER Pierre (Biostatistiques, informatique méd.) / 01.09.10
 MINCK Raymond (Bactériologie) / 01.10.93
 MONTEIL Henri (Bactériologie) / 01.09.11
 MORAND Georges (Chirurgie thoracique) / 01.09.09
 MOSSARD Jean-Marie (Cardiologie) / 01.09.09
 OUDET Pierre (Biologie cellulaire) / 01.09.13
 PASQUALI Jean-Louis (Immunologie clinique) / 01.09.15
 PATRIS Michel (Psychiatrie) / 01.09.15
 Mme PAULI Gabrielle (Pneumologie) / 01.09.11
 PINGET Michel (Endocrinologie) / 01.09.19
 POTTECHER Thierry (Anesthésie-Réanimation) / 01.09.18
 REYS Philippe (Chirurgie générale) / 01.09.98
 RITTER Jean (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.02
 RUMPLER Yves (Biol. développement) / 01.09.10
 SANDNER Guy (Physiologie) / 01.09.14
 SAUDER Philippe (Réanimation médicale) / 01.09.20
 SAUVAGE Paul (Chirurgie infantile) / 01.09.04
 SCHAFF Georges (Physiologie) / 01.10.95
 SCHLAEDER Guy (Gynécologie-Obstétrique) / 01.09.01
 SCHLIENGER Jean-Louis (Médecine Interne) / 01.08.11
 SCHRAUB Simon (Radiothérapie) / 01.09.12
 SCHWARTZ Jean (Pharmacologie) / 01.10.87
 SICK Henri (Anatomie Normale) / 01.09.06
 STIERLE Jean-Luc (ORL) / 01.09.10
 STOLL Claude (Génétique) / 01.09.09
 STOLL-KELLER Françoise (Virologie) / 01.09.15
 STORCK Daniel (Médecine interne) / 01.09.03
 TEMPE Jean-Daniel (Réanimation médicale) / 01.09.06
 TONGIO Jean (Radiologie) / 01.09.02
 TREISSER Alain (Gynécologie-Obstétrique) / 24.03.08
 VAUTRAVERS Philippe (Médecine physique et réadaptation) / 01.09.16
 VETTER Jean-Marie (Anatomie pathologique) / 01.09.13
 VINCENDON Guy (Biochimie) / 01.09.08
 WALTER Paul (Anatomie Pathologique) / 01.09.09
 WATTIEZ Arnaud (Gynécologie Obstétrique) / 01.09.21
 WEITZENBLUM Emmanuel (Pneumologie) / 01.09.11
 WILHM Jean-Marie (Chirurgie thoracique) / 01.09.13
 WILK Astrid (Chirurgie maxillo-faciale) / 01.09.15
 WILLARD Daniel (Pédiatrie) / 01.09.96
 WOLFRAM-GABEL Renée (Anatomie) / 01.09.96

Légende des adresses :

FAC : Faculté de Médecine : 4, rue Kirschleger - F - 67085 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.68.85.35.20 - Fax : 03.68.85.35.18 ou 03.68.85.34.67

HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG (HUS) :

- NHC : **Nouvel Hôpital Civil** : 1, place de l'Hôpital - BP 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03 69 55 07 08
- HC : **Hôpital Civil** : 1, Place de l'Hôpital - B.P. 426 - F - 67091 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.67.68
- HP : **Hôpital de Hautepierre** : Avenue Molière - B.P. 49 - F - 67098 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.12.80.00
- **Hôpital de La Robertsau** : 83, rue Himmerich - F - 67015 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.11.55.11
- **Hôpital de l'Elsau** : 15, rue Cranach - 67200 Strasbourg - Tél. : 03.88.11.67.68

CMCO - Centre Médico-Chirurgical et Obstétrical : 19, rue Louis Pasteur - BP 120 - Schiltigheim - F - 67303 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.62.83.00

C.C.O.M. - Centre de Chirurgie Orthopédique et de la Main : 10, avenue Baumann - B.P. 96 - F - 67403 Illkirch Graff enstaden Cedex - Tél. : 03.88.55.20.00

E.F.S. : Etablissement Français du Sang - Alsace : 10, rue Spielmann - BP N°36 - 67065 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.21.25.25

Centre Régional de Lutte contre le cancer "Paul Strauss" - 3, rue de la Porte de l'Hôpital - F-67085 Strasbourg Cedex - Tél. : 03.88.25.24.24

IURC - Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau - CHU de Strasbourg et UGECAM (Union pour la Gestion des Etablissements des Caisses d'Assurance Maladie) - 45 boulevard Clemenceau - 67082 Strasbourg Cedex

RESPONSABLE DE LA BIBLIOTHÈQUE DE MÉDECINE ET ODONTOLOGIE ET DU DÉPARTEMENT SCIENCES, TECHNIQUES ET SANTÉ DU SERVICE COMMUN DE DOCUMENTATION DE L'UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Monsieur Olivier DIVE, Conservateur

LA FACULTÉ A ARRÊTÉ QUE LES OPINIONS ÉMISÉES DANS LES DISSERTATIONS
QUI LUI SONT PRÉSENTÉES DOIVENT ÊTRE CONSIDÉRÉES COMME PROPRES
À LEURS AUTEURS ET QU'ELLE N'ENTEND NI LES APPROUVER, NI LES IMPROUVER

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury

À **Monsieur le Professeur Paul-Michel MERTES**, merci de m'avoir fait l'honneur de présider mon jury de thèse et de juger ce travail. Votre rigueur scientifique, votre disponibilité et votre bienveillance durant ces années d'internat sont des exemples.

Je vous exprime mes sincères remerciements et mon respect.

À **Monsieur le Professeur Olivier COLLANGE**, merci d'avoir accepté de juger ce travail. Je me réjouis de travailler avec vous, tant pour votre affabilité que pour l'énergie que vous mettez à transmettre votre savoir et votre expérience.

À **Monsieur le Professeur Michel KINDO**, merci d'avoir accepté de participer à ce jury. Ce travail n'aurait jamais pu voir le jour sans votre implication dans le domaine de l'assistance circulatoire durable. Je tenais également à vous remercier pour votre aide et vos précieux conseils, tant dans l'élaboration du recueil de données que dans la définition du sujet qui constitue cette thèse.

À **Monsieur le Docteur Gharib AJOB**, merci de m'avoir fait le plaisir de participer à ce jury de thèse. J'ai beaucoup apprécié travailler et apprendre à tes côtés durant mon stage en réanimation cardiovasculaire. La qualité de tes raisonnements cliniques, échographiques et ton flegme sont un modèle.

À **Monsieur le Docteur Xavier DELABRANCHE**, un immense merci pour avoir accepté de diriger ce travail de thèse. Ton compagnonnage dans ce périple qui consiste à plonger jusqu'à la base de l'iceberg que représente un travail comme celui-ci a été inestimable et je t'en suis profondément reconnaissant. Tes conseils avisés, ta disponibilité et ta patience m'ont permis d'aborder cette épreuve avec une relative sérénité.

À Adeline, l'espace pris sur cette feuille ne peut suffire pas à te remercier assez pour ta présence et ton soutien constant. Ces cinq années d'internat n'auraient pas été les mêmes sans l'épanouissement personnel que tu m'apportes au quotidien. Si une relation saine est une relation dans laquelle deux personnes indépendantes se mettent d'accord sur le fait qu'elles vont s'aider mutuellement à devenir la meilleure version d'elles-mêmes, je crois qu'on est dedans. J'ai hâte de poursuivre nos aventures, après avoir réglé ma dette gastronomique.

À ma famille,

Maman, merci pour toutes les belles valeurs que tu m'as transmises. Ton courage et ta ténacité ne cesseront jamais de m'impressionner. Merci d'avoir tant donné pour créer l'environnement familial sain et aimant qui nous a permis d'acquérir à mon frère et moi les ressources nécessaires pour vivre pleinement. Merci d'être là.

Éric, merci d'être l'épaule solide sur laquelle elle peut se reposer. Merci de nous avoir acceptés avec nos défauts et nos qualités. Merci pour ton soutien durant toutes ces années.

Papa, cette année marque la fin d'une carrière pour toi, le début d'une pour moi. Je profite de ces lignes pour te dire que je suis fier de ton parcours. Merci de nous avoir toujours encourager à faire nos propres expériences, sans jugement mais toujours avec conseils attentionnés. Ton appétit pour l'inconnu et ta capacité à sortir de ta zone de confort sont des exemples.

Virginie, merci d'avoir essayé de lui apprendre d'allemand et de si bien l'accompagner dans ce voyage.

Quentin, merci pour ton soutien durant ces onze années et pour l'intérêt que tu as pu porter à ce domaine si éloigné du tien. Merci pour ta répartie bien sentie à mes taquineries perpétuelles. Ta capacité à te plonger dans l'acquisition de savoir et de compétences en autodidacte est un exemple pour moi. A tous les moments passés ensembles et ceux à venir.

Merci à ma famille pour vos encouragements : Martine, Jean-Luc, Stéphane, Patrick, Gabin, Océane, Mélanie, Yann, Adrien, et tous les cousins.

Aux membres de cette famille recomposée, qui ne cesse de s'agrandir : Mathilde, Florian, Arnaud, Joyce, Maelys, Tim, Hugo, Juliette.

À la « belle-famille » officieuse, merci pour votre accueil et vos encouragements : Lucien, Yvonne, Laëtitia, Alex, Dimi.

À mes amis,

Simon, à toutes ces années et nos échanges de balles qui m'ont fait apprécier ton oreille attentive et ta vivacité d'esprit, des cafés chinois jusqu'aux volcans chiliens (à 5600 mètres). Je me réjouis de bosser avec toi en tant que co-chef. Marion, merci pour ton humour et ta jovialité communicative. Ton talent aux jeux de culture générale est inégalé.

Olivier, à nos aventures, des quartiers festifs chinois (100 yuans quand même) à nos sorties skis en freerando. Ta curiosité insatiable et ton amour du calembour sont des inspirations.

Johanna, à tous les bons moments partagés, parsemés d'expressions et de punchlines bien à toi. J'ai hâte d'assister à tes futures performances de traileuse. Merci de m'avoir attendu la dernière fois. Maïa, on ne se comprend pas encore tout à fait mais merci de m'avoir fait découvrir ton sens du rythme et ton amour pour la musique africaine.

Guillaume, à notre périple chilien et l'amitié espiègle qui en a découlé. Certains diront qu'il faudrait trois vies pour maîtriser ton panel d'activités. Merci de m'avoir aidé à vendre mon appartement parisien. Hélène, merci pour ton discernement et tes précieux conseils capillaires. Sans ta complicité les blagues élaborées de Guillaume ne seraient pas les mêmes.

Gauthier, merci d'avoir traîné ton hyperactivité jusqu'à Strasbourg. J'aurais peut-être gagné le concours de péri mais cet internat n'aurait pas été le même sans ton énergie contagieuse et ton authenticité. Marie, à tous les moments festifs et tous ceux à venir. Merci de m'avoir démontré qu'avec de l'éloquence on peut faire passer n'importe quelle information, erronée ou non. Marius, tu piques.

Antoine, merci pour l'ambiance que tu as apporté durant cet internat, en stage comme à l'extérieur. La facilité avec laquelle tu peux me mettre 50 mètres en côte en cinq secondes ne cessera de m'impressionner. Julie, merci de si bien t'occuper des patients au réveil.

David, merci pour le savant mélange de rigueur et d'humour langagier dont toi seul a le secret. L'exemplarité que tu donnes en tant que jeune chef est motivante. Julie, merci pour ta bienveillance. À Lina, qui vous complète si bien.

Julie, on en a fait du chemin depuis les dix années qui nous séparent de la P2. Merci d'avoir rempli mes fiches réaraisin et de si bien raconter tes histoires d'urgentiste. À Nico, pour avoir pris à cœur ta formation de réanimateur. Chloé, le premier stage fait ensemble te prédestinait déjà à la pédiatrie et moi à m'en éloigner. Merci pour ton sens de l'accueil. Léo, merci d'avoir supporté nos conversations médicales.

Florent, merci pour le bon sens, souvent railleur, dont tu fais preuves au quotidien.

Baptiste, je n'aurais pu espérer meilleur équipier pour construire la base de données sans laquelle cette thèse n'aurait pu voir le jour. Merci pour ton efficacité et l'implication que tu as mis dans ce travail, qui transparaissent quotidiennement. Merci pour les souvenirs festifs durant cet internat.

À tous les copains venus d'ailleurs et aux moments de partage : Margaux, Eloi, Clara, Yohann, Alice, Antoine, Cécile.

Aux copains de Strasbourg : Madeleine, Briec, Lola, Pierre, Nelly, Sarah, Mélanie, Mathilda, Diane et à l'équipe du monitorat d'anatomie.

À tous les copains d'adoption : Jen, José, Ambre, Kylian, Vivien, Marine, Arnaud, Nicolas, Florie, Florian, Aurélien, Alexia, Marie, François.

Merci également à toutes les personnes avec qui j'ai pris du plaisir à travailler pendant mon cursus,

Au Docteur Anne Roche, merci pour tes précieux conseils et le temps manifeste que tu as consacré à l'élaboration de ce travail. Pouvoir profiter de ton expérience a été une chance.

Merci également à toutes les personnes avec qui j'ai pris du plaisir à travailler pendant mon cursus :

À Kévin, pour m'avoir accompagné dans ce premier travail universitaire que constitue le mémoire.

Aux co-internes et jeunes chefs : Marc pour m'avoir accompagné dans mes premiers pas d'interne, Alice, Mégane, Charlotte, Pierre, Jean-Baptiste, Mathilde, Guillaume, David, Camille, Thomas, Jack, Cyril, Astrid, Alexandre.

Aux équipes du NHC : Lina pour m'avoir évité de faire une bêtise, Céline et toute l'équipe médicale de réa poly ; à l'équipe médicale, Mircea, Walid, Bob et paramédicale de réa cardio

À Virginie et Nelson pour votre partage de connaissance au Centre Paul Strauss. Une pensée pour Stéphanie qui m'a permis de vivre la vie d'un chirurgien pendant quelques minutes.

À Manu et Déborah, les meilleures secrétaires de l'Est.

À toute l'équipe médicale et paramédicale de la réa d'Haguenau, je ne pouvais espérer meilleur environnement pour débiter en réanimation.

Aux équipes de HautePierre : Julien pour ta bienveillance et ton engouement à transmettre ; Nadia, Anne, Khalid, Jerem, Calin, Valentina, Stéphanie et à tout l'équipe d'anesthésie orthopédique, digestive et ORL pour ce partage de connaissance si précieux.

À toute l'équipe du T1 pour m'avoir donné l'envie d'en apprendre plus, je me réjouis de travailler avec vous.

À Léon et Pierre pour m'avoir permis de faire mes premiers pas en autonomie, merci de m'avoir fait confiance.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Être suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

RÉSUMÉ

Objectif : Évaluer l'impact de l'ECMO (*Extracorporeal Membrane Oxygenation*) en pont à l'implantation de dispositifs d'assistance mono- ou biventriculaire au cours du choc cardiogénique et de l'insuffisance cardiaque avancée sur la morbidité postopératoire précoce en réanimation et la survie.

Type d'étude : Étude rétrospective monocentrique sur données au CHU de Strasbourg.

Patients et méthodes : Les patients adultes qui ont nécessité l'implantation d'une assistance cardiaque monoventriculaire gauche (LVAD) ou biventriculaire (BiVAD) entre 2012 et 2020 dans le service de chirurgie cardiaque des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg ont été classés en deux groupes : « sous assistance » pré-implantation et « hors assistance ». Les données pré-, per- et postopératoires ont été analysées.

Résultats : Quarante-deux patients ont été inclus, 39 dans le bras « sous assistance » pré-implantation et 53 dans le bras « hors assistance ». Il n'existe pas de différence en termes de comorbidités ou de pathologie causale. Les patients sous assistance en pont à l'implantation présentent une gravité évaluée par le score SOFA significativement plus importante en préopératoire, à J0 et J1, en particulier au niveau hémodynamique, respiratoire, neurologique et rénal. Cette différence statistique disparaît à partir de J2 avec une grande hétérogénéité au sein de la cohorte. Il existe des besoins en produits sanguins labiles plus importants dans le groupe « sous assistance » et cet effet est concentré au bloc opératoire. La survie mortalité précoce (à 3 mois) tend à être supérieure dans le groupe « sous assistance ». Cette différence disparaît par la suite avec une survie de l'ordre de 40% à un an (incluant une transplantation chez certains patients).

Conclusion : L'assistance en pont à l'implantation d'une assistance mono- ou biventriculaire semble associée à une réduction de la survie précoce à 3 mois, sans augmentation des complications précoces en réanimation.

Mots clés : ECMO, LVAD, BiVAD, complications, survie

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

LISTE DES ENSEIGNANTS	2
REMERCIEMENTS	12
SERMENT D'HIPPOCRATE	16
RESUMÉ	17
TABLE DES MATIÈRES	18
Table des matières	18
Liste des tableaux	19
Liste des figures	20
Liste des abréviations	21
INTRODUCTION	23
Insuffisance cardiaque et choc cardiogénique	23
Assistances circulatoires de longue durée	26
Types d'assistances circulatoires durables	29
Complications associées aux assistances circulatoires mécaniques durables	35
Assistances circulatoires temporaires	36
ECMO	38
Autres assistances circulatoires temporaires	41
Rationnel de l'étude	43
PATIENTS ET MÉTHODE	48
Population	48
Données analysées	49
Analyse statistique	50
RÉSULTATS	51
Patients	51
Données préopératoires	53
Données opératoires	55
Données postopératoires	56
Transfusion	64
Survie et devenir	68
Assistances biventriculaires	70
DISCUSSION	71
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	82
ANNEXE : cahier de recueil des données	85
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	88
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR	96

Liste des tableaux

I.	Classification de la New York Heart Association (NYHA)	24
II.	Classification INTERMACS (Interagency registry for mechanically assisted circulatory support)	25
III.	Stratégies d'assistance circulatoire mécanique	27
IV.	Indications potentielles et contre-indications à l'implantation d'une assistance ventriculaire gauche	29
V.	Synthèse des études sur l'ECMO en pont à l'implantation d'une assistance ventriculaire durable	45
VI.	Démographie et antécédents	52
VII.	Conditions préopératoires	54
VIII.	Données opératoires	56
IX.	Consommation des produits sanguins labiles et des médicaments dérivés du sang	66
X.	Durées d'assistance et de survie en fonction du devenir	69

Liste des figures

1.	HeartMate II™	31
2.	HeartWare™ HVAD™	31
3.	HeartMate III™	32
4.	Thoratec PVAD™	33
5.	BerlinHeart EXCOR™	33
6.	SynCardia TAH(tl)	34
7.	ECMO : ExtraCorporeal Membrane Oxygenation	40
8.	Impella®	42
9.	Âge des patients	53
10.	Répartition des patients en fonction du score INTERMACS	53
11.	Score IGS2 à l'admission en réanimation et après implantation de l'assistance	57
12.	Évolution quotidienne du score SOFA	58
13.	Évolution quotidienne du score SOFA par organe	58
14.	Répartition (en %) des principaux traitements au bloc et en réanimation	59
15.	Évolution des paramètres biologiques hépatiques	60
16.	Évolution de la numération plaquettaire	61
17.	Évolution de la lactatémie	61
18.	Évolution du nombre d'infection	63
19.	Durée de séjour en réanimation et de jours vivants sans ventilation et hors réanimation à J28	63
20.	Produits sanguins labiles et médicaments dérivés du sang	65
21.	Courbes de survie en fonction du devenir du patient	69

Liste des abréviations

ACC	Arrêt cardiocirculatoire
ACD	Assistance circulatoire durable
ACM	Assistance circulatoire mécanique
ACT	Assistance circulatoire temporaire
AVC	Accident vasculaire cérébral
BCPIA	Ballon de contrepulsion intra-aortique
BiVAD	<i>Biventricular assist device</i> Dispositif d'assistance biventriculaire
BTB	<i>Bridge-to-bridge</i> En pont vers un pont
BTC	<i>Bridge to candidacy</i> En pont vers une évaluation
BTD	<i>Bridge to decision</i> En pont vers une décision
BTN	<i>Bridge to nowhere</i> En pont vers des soins palliatifs (vers nulle part)
BTR	<i>Bridge to recovery</i> En pont vers une récupération
BTT	<i>Bridge to transplantation</i> En pont vers une transplantation
BTVAD	<i>Bridge to ventricular assist device</i> En pont vers l'implantation d'un dispositif d'assistance ventriculaire
CEC	Circulation extracorporelle
CCP	Concentré de complexe prothrombinique
CCR	Choc cardiogénique réfractaire
CNIL	Commission nationale de l'informatique et des libertés
DAI	Défibrillateur automatique implantable
DT	<i>Destination therapy</i> En thérapie de destination
ECMO / ECLS	<i>Extracorporeal membrane oxygenation / Extracorporeal life support</i> Oxygénation extracorporelle sur membrane / Assistance circulatoire extracorporelle
EER	Épuration extrarénale

ESC	<i>European society of cardiology</i> Société européenne de cardiologie
IGS 2	Indice de gravité simplifié, 2 ^e version
INTERMACS	<i>Interagency registry for mechanically assisted circulatory support</i> Registre inter-agence pour l'assistance circulatoire mécanique
IRA	Insuffisance rénale aiguë
LVAD	<i>Left ventricular assist device</i> Dispositif d'assistance ventriculaire gauche
MDS	Médicaments dérivés du sang
iNO	<i>Inhaled nitric oxide</i> Monoxyde d'azote inhalé
NYHA	<i>New York Heart Association</i> Association new-yorkaise de cardiologie
PSL	Produits sanguins labiles
SAMU	Service d'aide médicale urgente
SOFA	<i>Sequential organ failure assessment</i> Évaluation séquentielle de la défaillance d'organes
SRIS	Syndrome de réponse inflammatoire systémique
TAH	<i>Total artificial heart</i> Cœur artificiel complet
TAVI	<i>Transcatheter aortic valve implantation</i> Implantation de valve aortique au travers d'un cathéter
TEG	Thromboélastogramme
UMAC	Unité mobile d'assistance circulatoire
VAD	<i>Ventricular assist device</i> Dispositif d'assistance ventriculaire
V/A	Veino-artérielle
V/V	Veinoveineuse

INTRODUCTION

Insuffisance cardiaque et choc cardiogénique

L'insuffisance cardiaque est un problème majeur de santé publique affectant 26 millions de personnes à travers le monde.⁽¹⁾ Son incidence et sa prévalence augmentent avec l'âge. Elle concerne 1 à 3% de la population adulte des pays développés et plus de 10% des plus de 70 ans.⁽²⁾

C'est une des pathologies chroniques les plus fréquentes dans la population française adulte avec une prévalence de 2,3%, soit plus d'un million de personnes.⁽³⁾

Malgré les progrès réalisés dans tous les domaines de sa prise en charge, elle reste une pathologie grave, associée à une morbi-mortalité importante. Les plus récentes données Européennes issues de l'étude observationnelle multicentrique *ESC-HF Pilot* retrouvent pour les patients présentant une insuffisance cardiaque stable et ambulatoire un taux d'hospitalisation de 32% et une mortalité toutes causes confondues de 7% à 1 an. En cas d'insuffisance cardiaque aiguë cette mortalité s'élevait à 17% à 1 an.^(4, 5)

Une méta-analyse réalisée en 2013 a mis en évidence sur une cohorte de 39 372 patients insuffisants cardiaques une mortalité de 40% sur une durée moyenne de suivi de 2,5 ans.⁽⁶⁾ Barasa *et al.* retrouvent une survie à 5 ans après diagnostic initial de 35-50%.⁽⁷⁾

De plus cette pathologie génère un coût significatif pour la société avec un coût direct estimé à presque 2% du budget total du système de santé dans de nombreux pays européens.⁽⁸⁾

L'insuffisance cardiaque est définie comme un syndrome clinique complexe caractérisé par des symptômes et signes typiques : dyspnée, fatigue, œdème périphérique ou pulmonaire ; résultant d'une anomalie cardiaque structurelle ou fonctionnelle à l'origine d'une baisse du débit cardiaque ou d'une élévation des pressions intracardiaques au repos ou à l'effort. L'insuffisance cardiaque peut être

classée selon la fraction d'éjection ventriculaire gauche : réduite, modérément réduite ou conservée. Ses étiologies sont nombreuses et souvent intriquées, cardiovasculaires et non cardiovasculaires.⁽⁵⁾

Après le diagnostic, l'initiation et la titration du traitement médical de l'insuffisance cardiaque à fraction d'éjection abaissée, basé sur les inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine, les β -bloquants et les antagonistes des récepteurs minéralocorticoïdes permettent de stabiliser la maladie pendant plusieurs années. La méta-analyse de Ruppap *et al.* a montré qu'en cas d'adhésion au traitement, celui-ci permettait de réduire significativement le risque de mortalité (Risque Relatif, 0,89 [0,81-0,99] ; IC 95%) et de réhospitalisation (Odds Ratio, 0,79 [0,71-0,89] ; IC 95%).⁽⁹⁾

Néanmoins l'évolution clinique de l'insuffisance cardiaque est progressive et non linéaire. La maladie finit par progresser entraînant un déclin du statut fonctionnel, des hospitalisations multiples pour décompensation cardiaque jusqu'au décès.⁽¹⁰⁾

Parmi les patients insuffisants cardiaques, 10% d'entre eux souffrent d'insuffisance cardiaque avancée.⁽¹¹⁾ Elle est définie comme la persistance ou la progression de symptômes et de la dysfonction ventriculaire malgré le traitement médical optimal recommandé associé aux traitements électromécaniques non chirurgicaux (DAI, resynchronisation ventriculaire). L'insuffisance cardiaque avancée intègre des niveaux de gravité variable allant de l'intolérance à l'effort jusqu'au choc cardiogénique critique. Plusieurs systèmes de classification sont utilisés pour caractériser la gravité de ces patients parmi lesquels la classification de la NYHA (*New York Heart Association*) et celle de l'INTERMACS (*Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulation*) qui stratifie les risques de ces patients afin de mieux définir le pronostic et le type d'intervention nécessaire. Ces classifications sont détaillées dans les **tableaux I et II**.⁽¹²⁾

Tableau I. Classification de la New York Heart Association (NYHA)

Classe	Description
I	Asymptomatique
II	Symptomatique pour des efforts habituels (limitation légère des activités quotidiennes)
III	Symptomatique pour des efforts légers (limitation marquée des activités quotidiennes)
IV	Symptomatique au moindre effort / au repos

Tableau II. Classification INTERMACS (Interagency registry for mechanically assisted circulatory support)

Classe	Description
1	Choc cardiogénique réfractaire : patient présentant une hypoperfusion potentiellement mortelle et une augmentation rapide de la pression inotrope, avec une hypoperfusion des organes critiques souvent confirmée par une aggravation de l'acidose et du taux de lactate.
2	Déclin progressif : patient qui montrant des signes de dénutrition, de détérioration de la fonction rénale, et de rétention liquidienne, ou d'un autre indicateur d'état majeur, malgré un traitement par inotropes intraveineux.
3	Stable mais dépendant des inotropes : patient cliniquement stable sous traitement par inotropes intraveineux (ou qui a un dispositif d'assistance circulatoire temporaire) mais avec des échecs répétés de sevrage se traduisant par la survenue d'hypotension ou d'altération de la fonction rénale. Ce patient peut être soit à domicile, soit à l'hôpital
4	Symptômes au repos : patient à domicile sous traitement oral mais qui présente fréquemment des symptômes de congestion au repos ou lors des activités de la vie quotidienne. Il peut présenter une orthopnée, un essoufflement lors d'activités quotidiennes, des symptômes gastro-intestinaux, une ascite invalidante ou un œdème grave des membres inférieurs. Ce patient doit être considéré avec attention pour une prise en charge intensive et des programmes de surveillance, qui peuvent dans certains cas, révéler une mauvaise observance du traitement.
5	Intolérance à l'effort : patient à l'aise au repos mais incapable de s'engager dans une quelconque activité, vivant principalement à la maison ou confiné chez lui. Ce patient ne présente pas de symptômes congestifs, mais peut avoir un statut volumique chroniquement élevé, souvent accompagné d'un dysfonctionnement rénal, et peut être caractérisé comme intolérant à l'effort.
6	Effort limité : patient à l'aise au repos sans signe de surcharge volumique, qui est capable de faire quelques activités légères comme les activités de la vie quotidienne et des activités mineures à l'extérieur de la maison, mais la fatigue se manifeste au bout de quelques minutes de tout effort physique significatif. Ce patient présente des épisodes occasionnels d'aggravation des symptômes.
7	Classe NYHA III : patient cliniquement stable avec un niveau d'activité raisonnable, malgré des antécédents de décompensation qui ne sont pas récents.

Pour ces patients en insuffisance cardiaque avancée, le traitement de référence est la transplantation cardiaque. Elle majore significativement la capacité à l'effort, la qualité de vie et la survie du receveur.⁽¹³⁾

Pour les greffes réalisées en France entre 2004 et 2019, la probabilité de survie du receveur estimée par la méthode de Kaplan-Meier est de 77% à 1 an, 68% à 5 ans et 57% à 10 ans avec une médiane de survie actuelle à 12 ans.

Néanmoins la transplantation cardiaque a toujours été une option thérapeutique limitée accessible à seulement 10% des patients en insuffisance chronique terminale puisqu'environ 400 transplantations sont réalisées en France chaque année.^(14, 15)

Aux contre-indications temporaires ou définitives s'ajoutent la faible disponibilité des greffons et l'augmentation constante des patients éligibles à l'origine d'un temps d'attente sur liste de greffe prolongé. Le rapport de l'année 2013 de l'organisme *Eurotransplant* montre que trois fois plus de patients sont inscrits sur liste que transplantés chaque année avec une durée médiane d'attente de 16 mois et un taux de mortalité sur liste d'attente de 21,7%.⁽¹⁶⁾

Pour ces patients sur liste d'attente ainsi que pour ceux trop âgés ou non-éligibles à une greffe, l'implantation d'une assistance circulatoire mécanique de longue durée représente une alternative valable. Ces dispositifs fournissent un excellent support hémodynamique et améliorent la survie des patients.⁽¹⁷⁾

En cas de choc cardiogénique réfractaire ou d'arrêt cardiocirculatoire (ACC), la prise en charge de la défaillance cardiaque en urgence repose sur les assistances circulatoires temporaires de type ECLS (*Extracorporeal Life Support*) ou les dispositifs à type de pompe axiale (Impella™). Ils permettent de stabiliser une situation hémodynamique précaire afin d'envisager en cas d'absence de récupération myocardique un traitement chirurgical de l'insuffisance cardiaque avancée.

Assistances circulatoires de longue durée

Depuis l'implantation de la première assistance ventriculaire par le docteur DeBakey en 1966, les progrès importants réalisés dans les domaines scientifiques, d'ingénierie et de clinique ont menés à une utilisation de plus en plus large des assistances circulatoires de longue durée, en faisant le traitement chirurgical de l'insuffisance cardiaque terminale le plus fréquemment utilisé avec plus de 25 000 pompes implantées durant la dernière décennie.⁽¹⁸⁾

Les différents termes décrivant les stratégies d'utilisation d'assistances circulatoires mécaniques sont résumés dans le **tableau III**. Ces dispositifs ont d'abord été utilisés en courte durée en attente de transplantation (BTT – *bridge-to-transplantation*) chez des sujets jeunes. Miller *et al.* montrent que l'utilisation d'une assistance ventriculaire gauche à flux continu (AVG-FC) peut fournir un support hémodynamique efficace sur une période d'au moins 6 mois avec une amélioration du statut fonctionnel et un taux de survie à 6 mois sous assistance de 75%.⁽¹⁹⁾

Tableau III. Stratégies d'assistance circulatoire mécanique

Classe	Description
Pont à la décision (<i>bridge to decision, BTD</i>) Pont à pont (<i>bridge to bridge, BTB</i>)	Utilisation d'ACM de courte durée (exemple ECMO) chez des patients en choc cardiogénique jusqu'à stabilisation de l'hémodynamique et des fonctions d'organes secondaires, exclusion des contre-indications à l'utilisation d'assistances circulatoires mécaniques durables (lésions neurologiques post-réanimation cardiopulmonaire) et évaluation de la candidature du patient à des thérapies avancées comme l'AVG durable ou la transplantation cardiaque
Pont à la candidature (<i>bridge to candidacy, BTC</i>)	Utilisation d'ACM (habituellement AVG) pour améliorer les fonctions des organes cibles de manière à rendre un patient initialement inéligible finalement éligible à une transplantation cardiaque
Pont à la transplantation (<i>bridge to transplantation, BTT</i>)	Utilisation d'ACM (AVG ou ABV) pour maintenir un patient à haut risque de décès en vie jusqu'à ce qu'un greffon soit disponible
Pont à la récupération (<i>bridge to recovery, BTR</i>)	Utilisation d'ACM (typiquement AVG) pour maintenir le patient en vie jusqu'à récupération d'une fonction cardiaque suffisante pour pouvoir retirer l'assistance
Thérapie de destination (<i>destination therapy, DT</i>)	Utilisation d'une AVG au long cours comme alternative à la transplantation chez des patients avec une insuffisance cardiaque terminale inéligibles à une transplantation cardiaque

ACM : assistance circulatoire mécanique ; AVG : assistance ventriculaire gauche ; ECMO : extracorporel membrane oxygenation ; ABV : assistance biventriculaire

Progressivement on observe un allongement de la durée de support parfois pendant plusieurs années jusqu'à transplantation. Des données récentes de Trivedi *et al.* sur une cohorte de 8 688 patients retrouvent une amélioration de la survie jusqu'à transplantation des patients sous assistances à 1 an (91 vs. 77%) et 2 ans (85 vs. 68%).⁽²⁰⁾ Les indications de *bridge-to-candidacy* (BTC) et *bridge-to-decision* (BTD) représentent des options possibles en cas de contre-indications temporaires ou réversibles comme le cancer, l'obésité, l'insuffisance rénale aiguë ou l'hypertension artérielle pulmonaire réversible.

Parallèlement on observe une croissance continue de l'implantation d'AVG durables (AVGd) comme alternative à la transplantation, en *destination therapy* (DT) chez les patients trop âgés ou non éligibles à la transplantation. L'étude REMATCH (*Randomized Evaluation of Mechanical Assistance in the Treatment of Congestive Heart failure*) de 2001 est la première étude randomisée à avoir évalué l'utilisation des assistances circulatoires dans cette indication. Elle a démontré la supériorité des AVGd pour les patients en insuffisance cardiaque avancée inotropes-dépendants par rapport au traitement médical optimal : taux de survie à 1 an de 52 vs. 25% ($p = 0,002$) et à 2 ans de 23 vs. 8% ($p = 0,09$).⁽¹⁷⁾

Ces données ont été confirmées quelques années plus tard par l'essai INTrEPID (*Investigation of Nontransplant-Eligible Patients who are Inotrope Dependent*) qui retrouvait une survie supérieure à 6 mois (46 vs. 22%, $p = 0,03$) et 12 mois (27 vs. 11%, $p = 0,02$) dans le groupe AVGd.⁽²¹⁾

Le récent rapport INTERMACS de l'année 2020 met en lumière la place importante prise par l'utilisation des assistances en DT qui est devenue majoritaire au cours de la dernière décennie, représentant 50,4% des implantations, suivi par les implantations en BTT dans 21,9% des cas.⁽¹⁸⁾

Pour des patients bien sélectionnés, les AVG à flux continu (AVG-FC) sont désormais implantées avec une mortalité périopératoire faible (1%) et des taux de survie actuels à 2-3 ans excellents, comparables à la survie après transplantation cardiaque. En effet, la survie actuelle à 1 et 2 ans des patients implantés en DT ces 5 dernières années est respectivement de 82% et 73% pour une médiane de survie de 54,6 mois (IC 95% : 52,1-58,2 mois).^(18, 22) Une récente analyse sur 254 patients implantés d'un HeartWare™ en BTT et en DT a montré une survie à 5 ans de 59%.⁽²³⁾

Cette amélioration de la survie s'accompagne d'un bénéfice significatif sur le statut fonctionnel et la qualité de vie avec des symptômes NYHA 1 ou 2 pour 80% des survivants à deux ans, similaire aux résultats obtenus avec transplantation cardiaque.⁽²⁴⁾

Les indications d'implantation d'assistance circulatoire durable sont bien établies dans l'insuffisance cardiaque chronique (recommandations de classe IIa - ESC Guidelines 2016) mais restent à mieux définir dans l'insuffisance cardiaque aiguë. Les indications et contre-indications de ces dispositifs sont résumées dans le **tableau IV**.^(5, 25)

Les équipes multidisciplinaires incluant les chirurgiens cardiaques, les cardiologues, les réanimateurs mais aussi des néphrologues et des nutritionnistes ont permis d'améliorer continuellement la sélection des patients candidats à une AVG. La classification INTERMACS a été une contribution importante à ce processus de sélection en permettant d'affiner le pronostic des patients implantés selon leur profil. En effet, Kirklin *et al.* dans le 8^e rapport INTERMACS montrent que la survie sous AVG est inversement corrélée au profil INTERMACS, c'est-à-dire à la sévérité de l'insuffisance cardiaque au moment de l'implantation.⁽²⁶⁾ Les études évaluant l'évolution postopératoire en fonction du profil INTERMACS ont permis de suggérer que l'implantation d'AVG devrait être considérée chez certains patients sélectionnés INTERMACS 1-2, chez tous les patients INTERMACS 3 et chez des patients

très symptomatiques et motivés INTERMACS 4-7 pour qui l'indication reste controversée, en particulier à cause d'une incidence importante des effets indésirables comparé aux bénéfiques.^(27, 28)

Tableau IV. Indications potentielles et contre-indications à l'implantation d'une assistance ventriculaire gauche

Patients potentiellement éligibles
FEVG < 25% et, si mesuré, VO ₂ max < 12 mL/kg/min.
Au moins 3 hospitalisations pour décompensation cardiaque dans les 12 derniers mois avec une cause précipitante claire
Dépendance à un traitement inotrope intraveineux
Dysfonction d'organes progressive (dégradation de la fonction rénale et/ou hépatique) secondaire à une baisse de la perfusion et non à des pressions de remplissage ventriculaire inadaptées (PCP ≥ 20 mmHg et PAS ≤ 80-90 mmHg ou IC ≤ 2,0 L/min/m ²)
Absence de dysfonction ventriculaire droite sévère et d'insuffisance tricuspидienne sévère
Contre-indications, certaines peuvent être relatives
Choc cardiogénique aigue ou arrêt cardiaque avec statut neurologique incertain
Contre-indication irréversible à la transplantation cardiaque si les indications de DT ou de BTR ne sont pas souhaitables
Comorbidités sévères et/ou terminales avec espérance de vie < 2 ans
Infection systémique active
Hémorragie active sévère ou thrombopénie sévère < 50 G/L
Défaillance ventriculaire droite sévère ou défaillance multiviscérale
Valvulopathie aortique sévère non corrigeable
Thrombus intracardiaque ne pouvant être retiré
Considérations anatomiques comme une cardiomyopathie hypertrophique ou une maladie cardiaque congénitale
Limitations psychosociales

FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; VO₂ : consommation en oxygène ; PCP : pression capillaire pulmonaire ; PAS : pression artérielle systolique ; IC : index cardiaque

Différents types d'assistances circulatoires durables existent, monoventriculaires ou biventriculaires.

Types d'assistances circulatoires durables

Assistances monoventriculaires électriques

Ce type de dispositif est le plus souvent utilisé en assistance monoventriculaire gauche. Les AVG contemporaines sont constituées de 3 composants de base : une canule d'admission implantée à l'apex du ventricule gauche ou à sa proximité qui draine le sang du ventricule gauche, une pompe qui propulse le sang et une canule d'éjection prothétique suturée en termino-latérale sur l'aorte ascendante. Les progrès technologiques ont permis de remplacer le concept original de pompe à flux pulsatile par un design à flux continu, à l'origine d'une miniaturisation des pompes, de l'absence de

valves mécaniques, d'une réduction des infections de matériel et d'une amélioration de leur durabilité.⁽²⁹⁾

Il en résulte que le débit cardiaque est continu, parfois faiblement pulsatile, et que les patients n'ont habituellement pas de pouls palpable. La pression artérielle différentielle est typiquement réduite, rendant sa détection par les méthodes pléthysmographiques difficile et peu fiable.

La pompe est intracorporelle, entre le cœur et le diaphragme. Elle est reliée à l'extérieur par un câble tunnelisé au niveau de l'abdomen permettant l'alimentation et le réglage de la turbine. Il est connecté au contrôleur externe, lui-même raccordé à deux batteries dont l'autonomie est généralement de douze heures, octroyant au patient une autonomie sur de longues périodes. Le débit cardiaque gauche peut être délivré exclusivement au travers de l'assistance, la valve aortique reste alors fermée, ou selon les pressions, être délivré partiellement au travers de la valve aortique, pouvant être un signe de récupération cardiaque. Ces pompes peuvent générer un débit jusqu'à 10 litres/minute. Leur implantation nécessite une chirurgie cardiaque avec le plus souvent une circulation extracorporelle, une hospitalisation en réanimation de quelques jours puis en secteur conventionnel suivi d'une réhabilitation de quelques semaines.

Les principaux dispositifs utilisés durant la période de recueil des données dans notre centre sont les HeartMate II™ et HeartMate III™ (*Abbott Laboratories, Pleasanton, CA*) et le HeartWare™ HVAD™ (*Medtronic Corp, Framingham, MA*) (**Figures 1-3**).⁽³⁰⁾

Le HeartMate II™, assistance ventriculaire à flux continu de type axial, était implanté dans notre centre jusqu'en 2013. Elle est la première AVG à flux continu mis sur le marché, d'abord en BTT puis en DT.^(19, 29) Sa taille d'approximativement un-cinquième de celle du cœur nécessitait son implantation dans une poche pré-péritonéale.

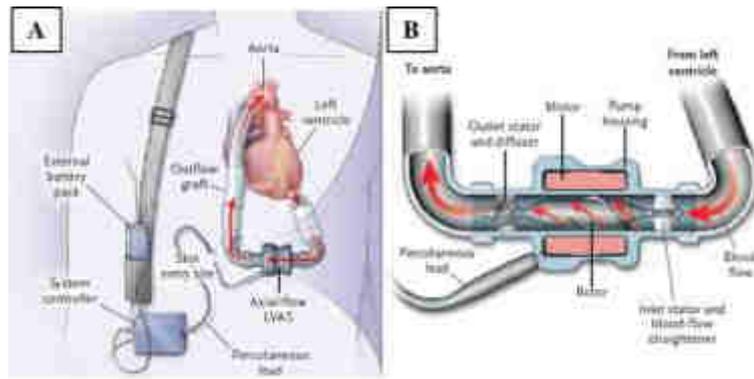


Figure 1. HeartMate II™ (*Abbott Laboratories, Pleasanton, CA*)

A. Vue d'ensemble avec la position du dispositif intrathoracique, du câble d'alimentation et de contrôle et le boîtier de contrôle à la ceinture et la batterie en bandoulière ; B. Schéma de fonctionnement de la pompe axiale

Le HeartWare™ HVAD™ a été la première AVG à être entièrement contenue dans l'espace péricardique, éliminant la nécessité de création d'une poche pour la pompe. Ceci a pu être à l'origine d'une diminution des saignements et de la transfusion de produits sanguins.⁽³¹⁾ Cette AVG à pompe centrifuge plutôt qu'axial a montré sa non-infériorité par rapport au HeartMate II™ dans l'essai HVAD en BTT.⁽³²⁾ En DT, l'essai ENDURANCE retrouvait également une non-infériorité sur la survie à 2 ans sans accident vasculaire cérébral (AVC) ou changement de matériel pour dysfonction ou échec (55,4 vs. 59,1% ; $p = 0,01$).⁽³³⁾

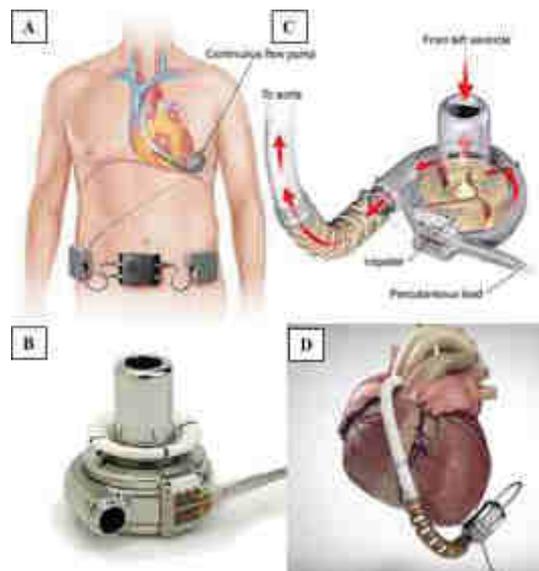


Figure 2. HeartWare™ HVAD™ (*Medtronic Corp, Framingham, MA*)

A. Vue d'ensemble avec la position du dispositif intrathoracique, du câble d'alimentation et de contrôle et des boîtiers à la ceinture avec le contrôleur et les deux batteries ; B. et C. La turbine intrathoracique avec la canule intraventriculaire, la collerette de fixation à la surface du ventricule gauche, la coque de la turbine avec la canule d'éjection et le câble de contrôle ; D. Dispositif avec les canules d'admission et de sortie en position anatomique

Le HeartMate III™ est la plus récente AVG-FC. Elle utilise la technologie de lévitation magnétique complète qui permet au rotor de la pompe d'être suspendu par des forces magnétiques afin de réduire le traumatisme du sang passant à travers et donc de minimiser les complications à type de thrombose de pompe, d'AVC ou d'hémorragies gastro-intestinales.⁽³⁴⁾

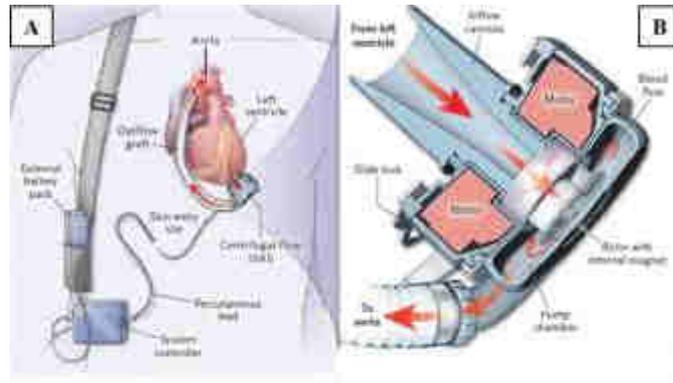


Figure 3. HeartMate III™ (Abbott Laboratories, Pleasanton, CA)

A. Vue d'ensemble avec la position du dispositif intrathoracique, du câble d'alimentation et de contrôle et le boîtier de contrôle à la ceinture et la batterie en bandoulière ; B. Schéma de fonctionnement de la pompe centrifuge

Environ 30 000 machines de ce type ont été implantées dans le monde à l'heure actuelle.

Assistances biventriculaires et cœur artificiel total

Ces dispositifs concernent des patients plus sévères qui présentent une défaillance biventriculaire, avec dans la majorité des cas un profil INTERMACS 1 ou 2.⁽³⁵⁾ Dans les cas où la défaillance ventriculaire droite est supposée réversible (jours à semaines), l'implantation d'une assistance ventriculaire droite temporaire associée à une AVG durable peut être considérée. Sur une cohorte de 13 511 adultes INTERMACS 1 à 3 implantés d'une AVG-FC entre 2013 et 2017, les assistances biventriculaires (BiVAD) représentaient 5,4% des implantations.⁽³⁶⁾

Les assistances biventriculaires (BiVAD) sont des systèmes de ventricules pneumatiques paracorporels générant un flux pulsatile. Les ventricules artificiels sont placés en dérivation du cœur natif. Dans notre étude les deux dispositifs utilisés sont le Thoratec PVAD™ (Paraventricular

Assisting Device) (*Abbott*) et le BerlinHeart EXCOR™ (*Berlin Heart GmbH, Berlin*), de conception et de fonctionnement proches.

Ces systèmes pneumatiques comportent une canule d'admission insérée le plus souvent dans les cavités atriale droite et ventriculaire gauche. La canule d'éjection est constituée d'un tube en dacron (Thoratec PVAD™) ou en silicone (BerlinHeart EXCOR™) anastomosés en termino-latéral sur l'artère pulmonaire et l'aorte ascendante. Les canules sont dirigées à travers la paroi abdominale environ deux centimètres en dessous de l'arche costale puis connectées aux ventricules artificiels externes qui contiennent une membrane en polyuréthane flexible faisant interface entre le sang et la chambre aérique. Le système est relié à un compresseur et à une console de commande (**figures 4 et 5**).^(37, 38)



Figure 4. Thoratec PVAD™ (*Abbott Laboratories, Pleasanton, CA*)

A. Ventricule pneumatique extracorporel ; B. Console pneumatique de commande « réanimation » ; C. Console pneumatique portable sur son charriot ; D. Vue d'ensemble du dispositif intra- et extracorporel

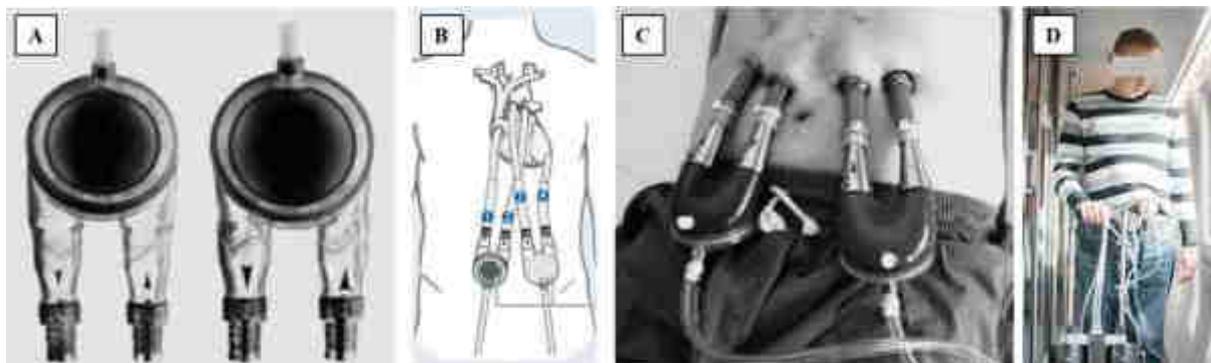


Figure 5. BerlinHeart EXCOR™ (*Berlin Heart GmbH, Berlin*)

A. Ventricule pneumatique extracorporel ; B. Vue d'ensemble du dispositif intra- et extracorporel ; C. Ventricules extracorporels sur l'abdomen d'un patient avec les canules d'admission et d'injection ; D. Patient en phase de réhabilitation avec console pneumatique mobile

Le cœur artificiel total temporaire SynCardia TAH™ (*SynCardia System, LLC, Tucson, AZ*) est constitué de deux oreillettes artificielles suturées à une partie des oreillettes natives laissées en place. Les ventricules pneumatiques sont implantés en position orthotopique à la place des ventricules natifs et reliés par deux câbles pneumatiques transcutanés à une console de commande et un compresseur. Le volume d'éjection systolique maximal de chaque ventricule est de 70 mL pour un débit maximal de 10,5 L/min. ou de 50 mL pour un débit maximal de 7,5 L/min chez les patients ayant une surface corporelle inférieure à 1,85 m² (**figure 6**).

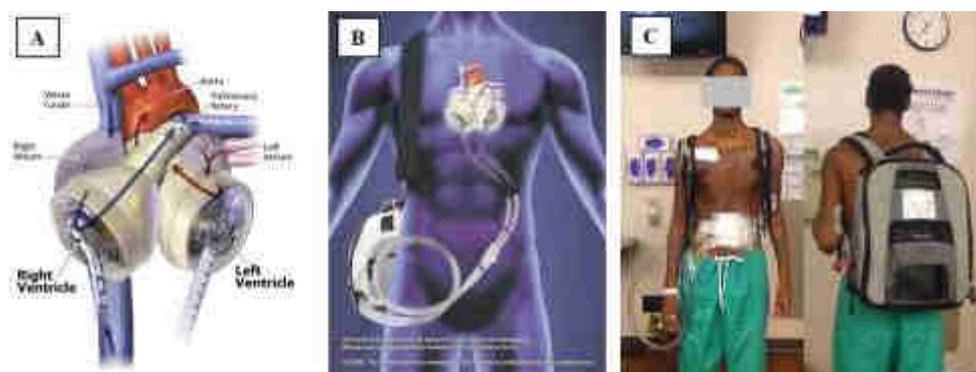


Figure 6. SynCardia TAH™ (*SynCardia System, LLC, Tucson, AZ*)

A. Ventricule pneumatique intracorporel en situation orthotopique ; B. Vue d'ensemble du dispositif intra- et extracorporel ; C. Patient avec le dispositif de contrôle pneumatique portable dans un sac à dos

La survie de ces patients sous assistance biventriculaire ou cœur artificiel total est moindre que sous assistance ventriculaire gauche isolée, avoisinant 50 à 70% à 1 an selon les études avec une morbidité également supérieure. La qualité de vie est également réduite par rapport aux AVG en considérant le bruit et l'encombrement lié au dispositif. Néanmoins, comme la transplantation cardiaque est l'objectif final pour la majorité des patients, aucune différence dans la survie à 1 an après transplantation n'a été identifiée entre BiVAD et cœur artificiel total ou entre BiVAD et AVG.^(39, 40)

Ces données font qu'à ce jour ces supports biventriculaires ne sont envisagés qu'en pont à la transplantation, les effets modestes sur la survie à long terme et la qualité de vie ne permettant pas leur implantation définitive.

Complications associées aux assistances circulatoires mécaniques durables

Un registre multicentrique français réalisé à partir des implantations d'assistances entre 2007 et 2016 retrouve pour les complications majeures : 26% d'infections de l'orifice percutané, 12% d'infection de la poche de pompe ou de la canule, 12% de thromboses d'assistance, 18% d'accident vasculaire cérébral (AVC) ischémique ou hémorragique et 5% de changement de matériel pour dysfonction.⁽⁴¹⁾

Le saignement reste la complication la plus fréquente, en particulier d'origine chirurgicale en phase périopératoire avec une incidence cumulée allant jusqu'à 53% pour le matériel posé en BTT. Il majore significativement la morbidité de ces patients puisqu'il est à l'origine de 60% des reprises chirurgicales postopératoires et entraîne un retard de récupération et un allongement de la durée d'hospitalisation.⁽⁴²⁾ En 2007, sur une cohorte de 133 patients implantés d'une AVG-FC, Miller *et al.* mettent en évidence une incidence maximale des saignements les 30 premiers jours postopératoire. Ces saignements ont nécessité dans 31% des cas une reprise chirurgicale et dans 53% des cas la transfusion d'au moins 2 concentrés érythrocytaires.⁽¹⁹⁾ Les causes de saignement sont multiples à la fois intrinsèques (hépatopathie congestive secondaire à la dysfonction ventriculaire droite, ischémique secondaire au bas débit cardiaque, insuffisance rénale aiguë préopératoire et dysfonction plaquettaire urémique) et secondaires à la chirurgie (circulation extracorporelle, anticoagulation, coagulopathie modérée postopératoire).⁽⁴²⁾ Ce risque hémorragique est majoré par l'anticoagulation et l'antiagrégation plaquettaire nécessaires à la prévention des thromboses en postopératoire, si bien que chaque épisode intercurrent donne lieu à de fréquentes modifications ou interruption de traitement qui à leur tour majorent le risque de thromboses.

Après 3 mois postopératoire les saignements deviennent majoritairement gastro-intestinaux, survenant chez près d'un tiers des patients sous AVG-FC. Ils sont liés aux contraintes de flux élevées à l'origine de nombreuses anomalies de l'hémostase parmi lesquelles un syndrome de von Willebrand acquis et une dysfonction plaquettaire desquels résulte une dérégulation de l'angiogenèse et l'apparition de malformations artérioveineuses notamment au niveau gastro-intestinal.⁽⁴³⁻⁴⁵⁾

La conséquence directe de l'hémorragie est la transfusion. Sur une cohorte de 133 patients implantés d'une AVG-FC Slaughter *et al.* mettent en évidence une transfusion en postopératoire dans 81% des cas.⁽²⁹⁾ Cette transfusion est associée à une majoration de la morbidité : insuffisance respiratoire, dysfonction ventriculaire droite (elle-même facteur pronostique péjoratif après implantation d'AVG), infections nosocomiales, et allo-immunisation entraînant un allongement des délais sur liste d'attente de greffe.^(42, 46, 47)

Les avancées technologiques et la généralisation de l'utilisation des assistances monoventriculaires à flux continu ont permis d'améliorer la survie et de réduire la survenue de complications majeures infectieuses, hémorragiques, ischémique et de défaut de matériel.^(48, 49) Néanmoins l'incidence des effets indésirables reste importante puisqu'on estime que près de 80% des patients expérimenteront un effet indésirable majeur pendant leur première année d'implantation d'AVG.⁽²⁶⁾ La réduction de cette incidence est un objectif central de l'amélioration de la gestion de ces pompes, d'autant plus que la proportion d'assistances implantées en DT est en constante progression. Ces complications entraînent des hospitalisations itératives qui ont un impact majeur sur la qualité de vie globale.

Les assistances circulatoires temporaires

L'assistance circulatoire temporaire peut être nécessaire en cas de défaillance hémodynamique et/ou respiratoire sévère. Nous nous intéresserons aux assistances avec composante cardiaque.

Le choc cardiogénique réfractaire est une complication mortelle des cardiomyopathies décompensées, syndromes coronariens aigus ou encore myocardites. Sa morbi-mortalité reste élevée malgré les progrès réalisés dans les traitements pharmacologiques, mécaniques et de reperfusion.

En effet la mortalité intrahospitalière du choc cardiogénique traité médicalement varie de 32 à 58% selon les cohortes.⁽⁵⁰⁾ Le bas débit cardiaque et l'hypotension secondaire au choc cardiogénique mènent à des lésions et dysfonctions d'organes secondaires causés par l'ischémie. Ceci est aggravé par

la dysfonction ventriculaire droite et des pressions de remplissage élevées. De plus, les médiateurs inflammatoires libérés dans le choc sont à l'origine d'un syndrome de réponse inflammatoire systémique et d'une vasoplégie nécessitant de fortes doses de vasopresseurs ayant un impact négatif supplémentaire sur le pronostic de ces patients.⁽⁵¹⁾

La place croissante des assistances ventriculaires gauches durables et du cœur artificiel total ont ouverts une voie prometteuse pour inverser cette spirale négative par la normalisation du débit cardiaque. Néanmoins le risque entraîné par le traumatisme chirurgical majeur et l'exposition à la circulation extracorporelle (CEC) pèsent plus que les bénéfices potentiels de l'assistance dans ce cadre. Malgré une implantation rapide d'une assistance durable, la mortalité postopératoire reste élevée avoisinant les 30% comparé à celle de patients stabilisés au préalable.⁽⁵²⁾

Ces patients sont le plus souvent en choc cardiogénique réfractaire et répondent au profil 1 de la classification INTERMACS ("*crash and burn*"). La mise en évidence d'une survie mauvaise allant de 65 à 73% à 1 an dans cette catégorie de patients a entraîné une dérive de l'implantation des AVGd (AVG durables) des profils INTERMACS 1 qui représentaient 30% des implantations au début des années 2000 contre environ 15% de nos jours, une tendance stable depuis 2008, vers les profils INTERMACS 2 et 3.⁽⁵³⁾

Pour ces patients, l'implantation rapide d'une assistance durable n'est donc pas souhaitable en raison d'une balance bénéfice-risque défavorable ou encore d'une contre-indication comme un statut neurologique inconnu (cas des arrêts cardiocirculatoires réfractaires avec ressuscitation prolongée), une instabilité hémodynamique sévère ou une coagulopathie sévère.

Les assistances circulatoires temporaires sont une option réaliste occupant une place croissante dans le sauvetage de ces patients "*crash and burn*". Leur implantation en *bridge-to-decision* (BTD) ou en *bridge-to-bridge* (BTB) permet d'obtenir un support respiratoire et circulatoire rapide pour un traumatisme chirurgical minime. Elles sont peu coûteuses, rapidement mis en place au lit du malade et ne nécessitent pas de sternotomie. Elles permettent une stabilisation hémodynamique rapide et une correction des dysfonctions d'organes secondaires afin d'amener le patient vers une implantation

d'assistance durable dans le meilleur état clinique possible. Cette tendance coïncide avec la baisse d'implantation d'AVGd dans le choc cardiogénique critique parallèlement à l'augmentation de d'utilisation des assistances circulatoires temporaires d'un facteur 10 entre 2008 et 2013.^(5, 54)

ECMO

Selon les recommandations ESC 2016 concernant la prise en charge de l'insuffisance cardiaque aiguë sévère, quand les traitements conventionnels (vasopresseurs, inotropes, traitements électriques) ne suffisent pas pour maintenir une oxygénation efficace, le recours à une assistance circulatoire extracorporelle (*Extracorporeal Life Support*), également appelée *Extracorporeal Membrane Oxygenation* (ECMO), peut-être nécessaire. Cette technique utilise un circuit extracorporel hépariné en dérivation veino-veineuse (VV) en cas de défaillance respiratoire exclusive ou veino-artérielle (VA) en cas de choc cardiogénique sévère ou de défaillance mixte cardiorespiratoire.⁽⁵⁵⁾ Cette technologie initiée à la fin des années cinquante a connu un essor important grâce aux progrès techniques (canules, pompe, oxygénateur à membrane) réalisés au cours des deux dernières décennies, à l'origine d'une diminution des complications et d'une augmentation de la durée de vie des circuits.⁽⁵⁶⁾

La rapidité de mise en œuvre de ce dispositif pour un traumatisme chirurgical minime, même pendant une réanimation cardiopulmonaire, en fait une pierre angulaire de la prise en charge des instabilités hémodynamiques réfractaires.

Les indications de l'ECMO-VA sont donc le choc cardiogénique réfractaire, l'arrêt cardiaque réfractaire (sous conditions strictes) et le choc cardiogénique post-cardiotomie.⁽⁵⁵⁾ Néanmoins ce dispositif reste une assistance de courte durée permettant une stabilisation initiale de l'état hémodynamique dans le but de gagner un temps précieux dans l'évaluation du pronostic du patient (BTD) pour l'orienter au mieux vers une récupération myocardique (BTR), une assistance de longue durée (BTVAD), une transplantation cardiaque (BTT) ou un retrait pour futilité avec poursuite de soins de confort seuls (BTN – *bridge to nowhere*).⁽⁵⁶⁾

L'ECMO-VA périphérique est une technique d'assistance circulatoire et respiratoire par voie fémorale (avec abord chirurgical ou percutané) dérivée des circuits de circulation extracorporelle conventionnelle.⁽⁵⁷⁾ Le circuit d'ECMO standard consiste en une pompe centrifuge générant un débit continu permettant d'aspirer le sang veineux depuis l'oreillette droite à travers une canule de drainage insérée dans la veine fémorale (canule de 21 à 25 French), d'une pompe centrifuge, d'un oxygénateur à membrane ou capillaire puis d'une canule insérée dans l'artère fémorale (canule de 15-19 French) qui permet la réinjection du sang oxygéné, décarboxylé et réchauffé vers l'aorte thoracique descendante. Avec la canulation artérielle, une canule de perfusion antérograde est placée dans l'artère fémorale homolatérale afin de prévenir l'ischémie de jambe (**figure 7**).⁽⁵⁸⁾ L'ECMO peut être mise en place au lit du patient en environ 10 minutes, en salle de cardiologie interventionnelle ou même à l'extérieur des centres spécialisés grâce au développement d'Unités Mobiles d'Assistances Circulatoires (UMAC) qui se déplacent en coordination avec le Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU) au lit du patient dans d'autres établissements voire en préhospitalier. Une fois la stabilisation hémodynamique obtenue par l'ECMO le patient peut alors être transféré avec le dispositif vers un centre spécialisé par voiture, hélicoptère ou même avion.⁽⁵⁹⁾ L'ECMO percutanée devrait être préférée à l'insertion chirurgicale à chaque fois que ceci est possible. Danial *et al.* ont mis en évidence sur une cohorte de 266 patients une réduction des infections locales, des taux similaires de complications ischémiques et une amélioration de la survie à 30 jours avec la technique la moins invasive.⁽⁶⁰⁾

L'ECMO-VA crée donc un important shunt droit-gauche en drainant le sang veineux pour le réinjecter dans l'artère iliaque. Elle permet d'obtenir un support circulatoire pouvant atteindre 7 L/min. avec des canules assez grosses et donc de rétablir une pression artérielle moyenne optimale tant que la volémie et les résistances vasculaires périphériques sont suffisantes ($\text{pression} = \text{flux} \times \text{résistances}$). Ce drainage veineux massif réduit efficacement la précharge et donc la congestion veineuse. La réinjection artérielle améliore la perfusion des organes et permet donc d'éviter l'aggravation des lésions ischémiques. Plusieurs auteurs ont mis en évidence une amélioration significative des fonctions rénale, hépatique et pulmonaire sur une période d'environ une semaine sous ECMO.^(22, 61)

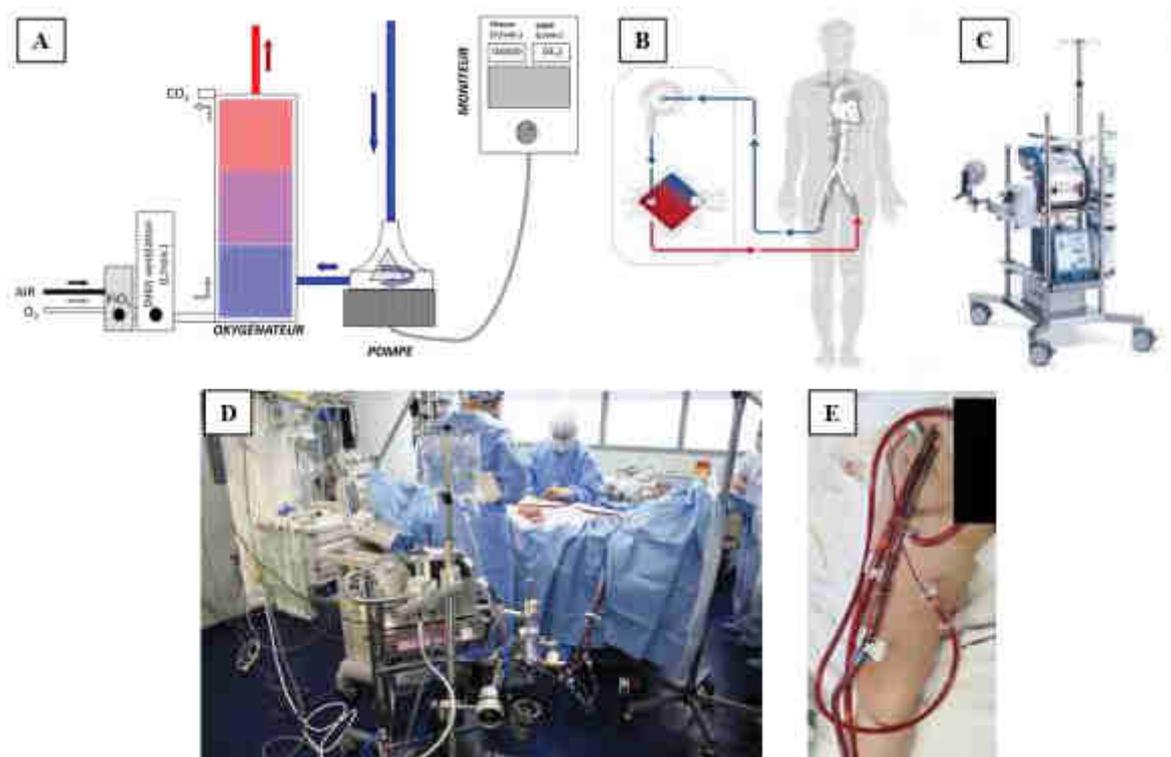


Figure 7. ECMO : ExtraCorporeal Membrane Oxygenation

A. et B. Schéma du circuit d'ECMO ; C. Exemple de console de type CardioHelp™ (Maquet) ; D. Pose chirurgicale en chambre de réanimation ; E. Abord percutané avec canule artérielle et circuit de reperfusion antérograde et canule veineuse

La canulation centrale est principalement utilisée au bloc opératoire en cas d'échec de sevrage de CEC avec choc cardiogénique post-cardiotomie. Elle nécessite une sternotomie ; la canule de drainage du sang veineux est placée directement dans l'oreillette droite et la canule de réinjection dans l'aorte thoracique ascendante.

Les bénéfices de l'ECMO ont été étudiés dans les chocs cardiogéniques secondaires à des infarctus du myocarde, des myocardites, en post-cardiotomie ou encore dans l'arrêt cardiaque au cours de l'angioplastie ou d'un TAVI (*Transcatheter Aortic Valve Implantation*).⁽⁶²⁻⁶⁴⁾ Dans une étude de 2008 sur une cohorte de 81 patients assistés par ECMO veino-artérielle pour choc cardiogénique principalement d'origine médical, Combes *et al.* ont mis en évidence une survie de 48% à 28 jours et 38% à 90 jours sous assistance.⁽⁶⁵⁾

L'ECMO présente également un taux élevé de complications qui limitent son applicabilité à long terme : saignement secondaire à l'héparinisation systémique, à la thrombopénie et à l'altération des fonctions plaquettaires, hémolyse, accidents vasculaires cérébraux (hémorragiques ou ischémiques),

infection de matériel, ischémie de membre.⁽⁵⁵⁾ Elle participe également au développement de complications du décubitus liées à l'immobilité causée par la présence des canules dans les vaisseaux fémoraux.

Le risque de survenue d'une de ces complications augmente avec la durée de support par ECLS, marquant l'importance d'une évaluation et d'une orientation rapide du patient vers une thérapie avancée du choc cardiogénique en cas d'espoirs faibles de récupération myocardique.⁽⁶⁶⁾

Carroll *et al.* dans une étude rétrospective menée entre 2009 et 2014 sur 123 patients assistés par ECMO pour choc cardiogénique retrouvait que 24 % des patients étaient dirigés vers un autre type d'assistance circulatoire dont une AVG-FC dans 53 % des cas et un BiVAD dans 13 % des cas.⁽⁶⁷⁾

D'autres dispositifs d'assistance circulatoire temporaire sont disponibles sur le marché, nous en ferons une description rapide des principaux.

Autres assistances circulatoires temporaires

Le ballon de contrepulsion intra-aortique (BCPIA) a une utilisation actuelle très limitée et controversée dans le choc cardiogénique réfractaire. L'étude randomisée prospective multicentrique IABP SHOCK II réalisée en 2012 sur une cohorte de 600 patients en choc cardiogénique secondaire à un infarctus du myocarde n'a pas montré de différence sur la mortalité entre le groupe BCPIA et le groupe contrôle à 6 mois (48,7 vs. 49,2%, risque relatif [RR] 0,99, 95% IC 0,85–1,16, $p = 0,91$) et 12 mois (51,8 vs. 51,4%, RR 1,01, 95% CI 0,86–1,18, $p = 0,91$). Il n'y avait pas non plus de différences significatives à 12 mois sur le statut fonctionnel, la qualité de vie, la survenue d'un nouvel infarctus, d'un AVC, ou de nouvelles procédures de revascularisation.⁽⁶⁸⁾ Ces résultats ont menés à une modification de son grade de recommandation dans les dernières guidelines de l'ESC de 2016 pour le classer en IIIb.⁽⁶⁹⁾ Il est à noter que cette étude reste très discutable avec près de 40% des patients ayant présenté un arrêt cardiaque initial et dont le pronostic était avant tout neurologique. De plus, même en l'absence de différence significative de recours à une assistance de type ECMO entre les

deux groupes, il existait une tendance forte à un recours plus fréquent à l'ECMO dans le bras sans BCPIA ($p = 0,055$).

L'Impella® (*Abiomed Inc.*) est un dispositif de pompe miniature à flux continu de type axial contenu dans un cathéter en queue de cochon qui traverse la valve aortique. Par le principe de la vis d'Archimède elle pompe le sang du ventricule gauche pour le réinjecter dans l'aorte thoracique ascendante. Selon la version de l'Impella® utilisée, ce dispositif peut fournir un débit allant de 2,5 L/min. (Impella 2.5, abord percutané de 12 Fr) jusqu'à 5 L/min. (Impella 5.0, abord chirurgical de 21 Fr). Elle peut être utilisée seule en assistance ventriculaire (gauche ou droite) ou en association avec une ECMO-VA pour décharger le ventricule gauche parfois appelée « ECPELLA » (**figure 8**).

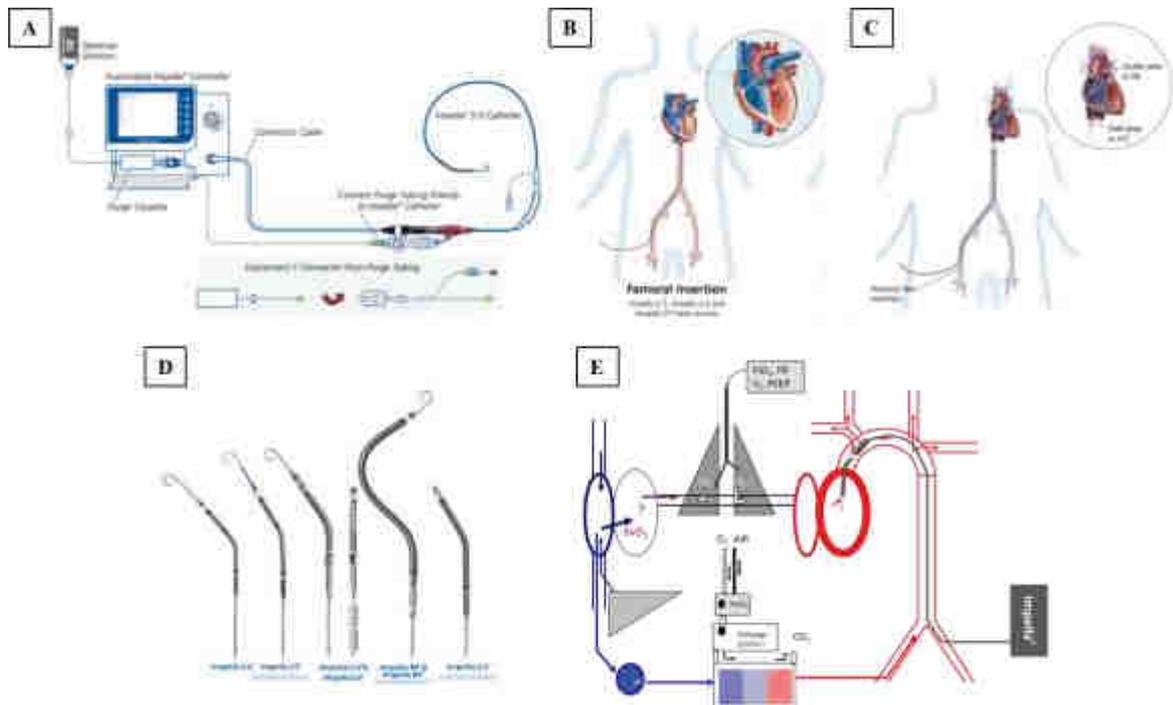


Figure 8. Impella® (*Abiomed Inc.*)

A. Schéma global avec console de contrôle, système de refroidissement par perfusion continue de Glucosé 5% et cathéter ; B. Schéma d'Impella® 5.0 « gauche » par voie artérielle fémorale ; C. Schéma d'Impella® RP « droite » par voie veineuse fémorale ; D. Différents types de cathéters Impella® ; E. Principe de l'ECPELLA : couplage d'une ECMO avec une décharge ventriculaire gauche par Impella® 5.0

Rationnel de l'étude

Pour les patients en insuffisance cardiaque avancée, le traitement de référence est la transplantation cardiaque. Son accès limité à seulement 10% de ces patients a entraîné durant la dernière décennie un développement rapide des assistances ventriculaires dites de long-cours qui sont aujourd'hui utilisées en pont à la transplantation ou en thérapie de destination.

Parmi les patients en insuffisance cardiaque avancée, ceux en choc cardiogénique ont le plus mauvais pronostic à court et long terme. En cas de choc cardiogénique réfractaire les options thérapeutiques sont limitées et la mortalité est élevée atteignant 58% selon les cohortes. L'implantation immédiate d'une assistance ventriculaire durable chez ces patients INTERMACS 1 n'est pas souhaitable en raison d'une balance bénéfice-risque défavorable avec une morbi-mortalité plus importante que pour les implantations chez des profils INTERMACS plus faibles.⁽⁷⁰⁾

Il n'existe actuellement pas de consensus sur la méthode optimale de stabilisation de ces patients en choc cardiogénique réfractaire avant implantation.

En France on observe une proportion encore importante de patients INTERMACS-1 implantés d'emblée d'une assistance ventriculaire durable. D'après le registre multicentrique français ASSIST-ICD (*Determination of Risk Factors of Ventricular Arrhythmias After Implantation of Continuous Flow Left Ventricular Assist Device*) sur les données de 671 patients implantés d'une assistance ventriculaire durable entre 2007 et 2016, le taux de choc cardiogénique à l'implantation de l'assistance était de 53% et 21,5% de ces patients étaient sous ECMO lors de l'implantation.⁽⁴¹⁾ Plusieurs auteurs mettent en évidence une morbi-mortalité élevée en post-implantation d'AVGd chez les patients INTERMACS-1, à l'origine d'une dérive de l'implantation chez des patients moins sévères.

Peu d'études se sont intéressées à l'évolution des patients assistés par ECMO en BTVAD comparé aux patients ne nécessitant pas d'ECMO avant implantation. Leurs principaux résultats sont synthétisés dans le **tableau V**.^(22, 36, 61, 66, 71-73) Dans ces études la survie à 1 an après implantation d'une AVGd

chez des patients précédemment assistés par ECMO varie de 53 à 86%. L'ECMO en pont à l'assistance durable serait donc associée à une plus mauvaise survie et également une incidence plus importante d'insuffisance rénale aiguë, de saignements majeurs et d'AVC en période post-opératoire. Comprendre le prix à payer de l'ECMO en pont à l'implantation peut aider à mieux définir le pronostic à court et long terme de ces patients sévères.

Dans cette étude, nous avons rétrospectivement recueillis les données de notre centre et évalué les différences en termes de morbi-mortalité entre les patients assistés par ECMO ou non avant implantation d'une assistance durable mono ou biventriculaire. Nous avons émis l'hypothèse que les patients du groupe ECMO auraient une plus mauvaise survie et plus de complications post-opératoires que les patients du groupe sans ECMO.

Tableau V. Synthèse des études sur l'ECMO en pont à l'implantation d'une assistance ventriculaire durable

Référence	Type d'étude et objectif	Objectifs	Patients	Principaux résultats
Lamba et al. ⁽⁷¹⁾	Étude rétrospective monocentrique sur registre de 2004 à 2018	Comparaison de la survie et du taux de complications majeures des patients INTERMACS-1 assistés par ECMO en BTVD par rapport à ceux sans assistance pré-implantation	<ul style="list-style-type: none"> 768 patients implantés d'une AVG-FC 133 (17,3%) patients INTERMACS-1, répartis en 2 groupes : <ul style="list-style-type: none"> ECMO BTVD : 26 (19,5%) Sans ECMO : 107 (80,5%) 	ECMO BTVD vs. absence d'ECMO <ul style="list-style-type: none"> Mortalité à 30 jours : 15,4 vs. 15,9% ; $p = 0,95$ Survie à 1 an post-implantation : 53,8 vs. 60,9% ; $p = 0,51$ Insuffisance rénale aiguë : 46,2 vs. 22,4% ; $p = 0,02$ Durée de support par AVG-FC : 648 ± 405 vs. 677 ± 806 jours ; $p = 0,80$
DeFilippis et al. ⁽⁷²⁾	Étude rétrospective sur registres INTERMACS et UNOS (<i>United Network for Organ Sharing</i>) de 2006 à 2019	Comparaison survie entre patients assistés par ECMO en BTVD et patients assistés par ECMO en BTT	<ul style="list-style-type: none"> 906 patients supportés par ECMO en BTVD ou BTT : <ul style="list-style-type: none"> 587 ECMO BTVD (64,8%) 319 ECMO BTT (35,2%) 	ECMO BTVD vs. ECMO BTT <ul style="list-style-type: none"> Mortalité à 1 an : 30,8 vs. 29,3% ; $p = \text{NS}$ Mortalité à 2 ans : 37,4 vs. 33,4% ; $p = \text{NS}$ Mortalité à 5 ans : 43,5 vs. 38,2% ; $p = \text{NS}$
Loyaga-Rendon et al. ⁽⁷³⁾	Étude retrospective sur registre STS-INTERMACS entre 2008 et 2017	Comparaison survie et complications des patients assistés par ECMO en BTVD par rapport aux patients INTERMACS-1 sans ECMO pré-implantation	<ul style="list-style-type: none"> 19824 patients implantés d'une AVGd sur la période d'étude, dont : <ul style="list-style-type: none"> 933 ECMO BTVD 2362 sans ECMO 	ECMO BTVD vs. absence d'ECMO <ul style="list-style-type: none"> Survie à 1 an : 66,1 vs. 75,4% ; $p < 0,01$ Taux de patients greffés à 2 ans 30,8 vs. 31,8% ; $p = 0,49$ ECMO : <ul style="list-style-type: none"> évolution péjorative dans la phase précoce après implantation HR 1,69 [1,37–2,09] ; $p < 0,01$ pas au-delà de 6 mois (plateau)

Tableau V (suite) : Synthèse des études sur l'ECMO en pont à l'implantation d'une assistance ventriculaire durable

Référence	Type d'étude et objectif	Objectifs	Patients	Principaux résultats
Ton et al. ⁽³⁶⁾	Étude rétrospective sur registre IMACS entre 2013 et 2017	Évaluation des complications post-implantation d'AVGd et de la survie chez les patients nécessitant assistance circulatoire temporaire en pré-implantation	<ul style="list-style-type: none"> • 13511 adultes INTERMACS 1-3 implantés d'une AVGd, dont : <ul style="list-style-type: none"> - 5632 sous assistances 1138 ECMO 726 BiVAD - 7879 hors assistance 	<p>Assistance pré-AVGd vs. absence</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans les 3 premiers mois post-opératoires (taux événements/100 patients-mois) : <ul style="list-style-type: none"> - saignement : 19,0 vs. 13,2 ; $p < 0,05$ - AVC hémorragique : 1,6 vs. 1,1 ; $p < 0,05$ - AVC ischémique : 2,8 vs. 1,2 ; $p < 0,05$ • Survie à 1 an : 67 vs. 82% ; $p < 0,01$
Marasco et al. ⁽⁶¹⁾	Étude prospective monocentrique entre 2010 et 2013	Évaluation de l'évolution et de la survie en post-opératoire de l'implantation d'une AVGd des patients bénéficiant d'une ECMO en BTVAD	<ul style="list-style-type: none"> • 58 patients INTERMACS 1 et 2 implantés d'une AVG-FC, dont : <ul style="list-style-type: none"> - 23 ECMO BTVAD - 35 sans ECMO pré-implantation 	<p>ECMO BTVAD vs. absence d'ECMO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration significative des fonctions rénale et hépatique préopératoires dans le groupe ECMO • Absence de différence significative en besoin d'inotropes, ventilation mécanique ou défaillance ventriculaire droite postopératoire • Plus de transfusion et d'IRA dans le groupe ECMO BTVAD • Absence de différence sur la survie entre les groupes
Riebandt et al. ⁽²²⁾	Étude rétrospective monocentrique entre 2004 et 2013	Rapport sur expérience institutionnelle dans l'approche de l'ECMO en BTVAD chez des patients en choc cardiogénique	<ul style="list-style-type: none"> • 22 patients INTERMACS-1 assistés par ECMO en BTVAD 	<ul style="list-style-type: none"> • Rein : <ul style="list-style-type: none"> - Créatinine $1,86 \pm 0,91$ vs. $1,32 \pm 0,52$ mg/dL ; $p = 0,02$ • Foie : <ul style="list-style-type: none"> - ASAT 1426 ± 2176 vs. 277 ± 259 UI/L ; $p = 0,04$ - ALAT 982 ± 1466 vs. 357 ± 447 U/l ; $p = 0,04$ • Pulmonaire : <ul style="list-style-type: none"> - FiO₂ $0,52 \pm 0,18$ vs. $0,26 \pm 0,23$; $p < 0,01$ - PEP 7 ± 3 vs. 5 ± 4 cmH₂O ; $p = 0,02$ • Mortalité <ul style="list-style-type: none"> - à 30 jours : 4,5% - à 1 an : 13,6%

Tableau 5 (suite) : Synthèse des études sur l'ECMO en pont à l'implantation d'une assistance ventriculaire durable

Référence	Type d'étude et objectif	Objectifs	Patients	Principaux résultats
Tsyganenko <i>et al.</i> ⁽⁶⁶⁾	Étude rétrospective monocentrique entre 2012 et 2018	Identification de facteurs prédictifs d'évolution péjorative à moyen terme chez des patients assistés par ECMO en BTVAD	<ul style="list-style-type: none"> • 100 patients INTERMACS-1 assistés par ECMI en BTVAD 	<ul style="list-style-type: none"> • Survie <ul style="list-style-type: none"> - à 30 jours : 62% - à 1 an : 43% - à 2 ans : 37,1% • Facteurs prédictifs de mortalité à 1 an : élévation de la bilirubine, élévation de la CRP, obésité, sexe féminin • 33 RVAD nécessaires en postopératoire

PATIENTS ET MÉTHODE

Population

Nous avons analysé de façon rétrospective l'ensemble des dossiers de patients qui ont été implantés d'un dispositif d'assistance circulatoire mécanique de longue durée (AVG ou BiVAD) dans le service de chirurgie cardiovasculaire des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg entre janvier 2012 et décembre 2020.

Nous avons comparé les caractéristiques démographiques, cliniques et l'évolution en termes de survie et de morbidité des patients selon qu'ils aient été assistés ou non par une ECMO et/ou une Impella™ avant l'implantation de l'assistance ventriculaire durable.

Les critères d'inclusion étaient : patients adultes présentant une insuffisance cardiaque terminale (Profil INTERMACS 1-4) justifiant l'implantation d'un dispositif d'assistance ventriculaire gauche de longue durée ou d'une assistance biventriculaire comme pont à la transplantation ou thérapie de destination.

Dans notre institution, la décision de mise en place d'une ECMO n'est pas standardisée et dépend du praticien en charge du patient. Dans aucun cas l'implantation d'une ECMO n'a été considérée avant qu'un traitement médical optimal n'ait été réalisé et la faisabilité de l'utilisation d'autres assistances circulatoires évaluées.

Les indications de l'utilisation d'ECMO avant implantation incluaient le choc cardiogénique ou l'insuffisance cardiaque aiguë le plus souvent dans un contexte de défaillance biventriculaire. Dans ce cadre nous plaçons le plus souvent les canulations artérielle et veineuse en périphérie dans une configuration fémorale associée à une canule de reperfusion dans l'artère fémorale superficielle afin de réduire le risque d'ischémie du membre inférieur homolatéral.

Les patients sont examinés quotidiennement en pré- et postopératoire par une équipe multidisciplinaire de réanimateurs, chirurgiens cardiaques, infirmiers et kinésithérapeutes.

Données analysées

Les données pré-, per- et postopératoires ont été collectées rétrospectivement dans une base de données (ASTRE, Access, Microsoft). L'intégralité des données recueillies est donnée en annexe. Cette base de données est validée comme outil informatique des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg depuis 2000 et, de ce fait, répond à la Charte des Patients hospitalisés aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. Une déclaration à la CNIL a été faite en 2000. Tous les patients ont reçu une notice d'information et ont signé un consentement libre et éclairé concernant l'enregistrement de leurs données et l'utilisation de ces données à des fins de recherche.

Les données préopératoires comprenaient les caractéristiques des patients, leur principaux antécédents et traitements antiagrégants / anticoagulants, la biologie, le statut INTERMACS, le score IGSII, la provenance du patient, la présence d'un support ventilatoire ou d'une épuration extrarénale en préopératoire.

Les données opératoires s'intéressaient au type de dispositif implanté, à la durée de la CEC, à l'utilisation du monoxyde d'azote inhalé (NOi), à l'utilisation de catécholamines ou d'inhibiteurs de phosphodiesterase, à l'administration de produits sanguins labiles (PSL) et de médicaments dérivés du sang (MDS) ainsi qu'à la présence d'une ECMO à la sortie du bloc opératoire.

Les données postopératoires décrivaient les complications hémorragiques, infectieuses, neurologiques et rénales. Les reprises chirurgicales ainsi que la transfusion de produits sanguins labiles et stables (concentré de complexe prothrombinique et fibrinogène) ont été analysées. La biologie, l'utilisation de catécholamines, d'un support ventilatoire, les durées de survie ont également été collectées. Les défaillances d'organes ont été synthétisées *via* le score SOFA et le score SOFA par organe.⁽⁷⁴⁾ Le calcul du SOFA a fait l'objet de deux adaptations :

- Hémodynamique : ECMO (4 points) ; AVG ou BiVAD (0 point) – seule la présence d'un support par vasopresseur (2, 3 ou 4 points) ou ECMO (4 points) était prise en compte,
- Neurologique : le score de Glasgow n'est pas réalisable chez un patient sous sédation ; nous avons retenu la classification suivante : absence de réveil en l'absence de sédation (4 points), sédation sans réponse (3 points), sédation avec réponse partielle (2 points), réponse partielle (1 point), conscience normale (0 point).

Les durées de ventilation et de traitement par catécholamines ont été données en nombre de jours mais aussi en « nombre de jours vivants à J28 sans support ».

Analyse statistique

Les données quantitatives ont été exprimées en médiane et interquartiles (IQR). Les comparaisons de variables quantitatives entre les groupes ont été effectuées à l'aide du test de Kruskal-Wallis suivi d'un test de comparaison multiple de Dunn ou d'un modèle ANOVA à 2 facteurs suivi d'un test de comparaison multiple de Turkey en fonction des données. Les variables catégorielles ont été décrites comme fréquence, et des comparaisons ont été effectuées à l'aide du χ^2 ou du test exact de Fischer. Une valeur de $p < 0,05$ était retenue comme significative. L'ensemble de l'analyse statistique et les figures correspondantes ont été réalisées sur GraphPad Prism version 9.0.2 sur MacOS (GraphPad Software, San Diego, CA – USA).

RÉSULTATS

Patients

Entre 2012 et 2020, 112 patients ont été implantés d'un dispositif d'assistance circulatoire de longue durée, comprenant 24 assistances biventriculaires (BiVAD : 11 Thoratec™, 6 BerlinHeart™ et 7 Syncardia™) et 88 assistances ventriculaires gauches (LVAD : 1 BerlinHeart™, 9 HeartMate™ II, 1 HeartMate™ III et 77 HeartWare™). Quarante-deux patients ont été inclus dans notre étude, séparés en deux groupes en fonction de la présence d'une assistance circulatoire de courte durée en préopératoire ou non. Les données post-opératoires de 90 patients ont été analysées, deux patients étant décédés en bloc opératoire. Le groupe « assistance » était composé de 39 patients (24 LVAD et 15 BiVAD) dont 30 étaient assistés par ECMO seule, 6 par ECMO et Impella™ associés et 3 par Impella™ seule. Le groupe « sans assistance » quant à lui comprenait 53 patients (44 LVAD et 9 BiVAD).

Le **tableau VI** représente les principales caractéristiques des patients. Les deux groupes étaient similaires sur la grande majorité des variables analysées. Les patients du groupe sous assistance étaient plus jeunes (57 [48-62] vs. 62 [54-69] ans, $p = 0,007$) (**figure 9**) et présentaient moins souvent une cardiopathie avancée (12 vs. 30 patients porteurs d'un défibrillateur implantable, $p = 0,012$) avec une tendance à moins de valvulopathies préexistantes.

Tableau VI. Démographie et antécédents

	A – Sous assistance (n = 39)	B – Hors assistance (n = 52)	p
Sexe féminin	1 (2,6)	11 (21,2)	0,111
Âge (ans)	57 [48-62]	62 [54-69]	0,007
Poids (kg)	80 [76-86]	76 [67-87]	0,125
Taille (m)	1,80 [1,75-1,83]	1,73 [1,64-1,80]	<0,001
IMC (kg/m ²)	25,2 [23,4-26,9]	24,9 [22,0-30,1]	0,942
Tabac (%)	26 (66,7)	34 (65,4)	>0,999
Tabagisme actif (%)	15 (38,5)	10 (20,4)	0,095
Tabac (paquet-années)	13 [10-38]	30 [10-40]	0,725
Diabète de type 1 (%)	1 (2,6)	1 (2,0)	>0,999
Diabète de type 2 (%)	4 (10,3)	20 (38,5)	0,004
Traitement par insuline (%)	3 (7,7)	8 (15,7)	0,338
Fibrillation atriale (%)	13 (33,3)	27 (52,9)	0,087
Cardiopathie dilatée (%)	10 (25,6)	20 (39,2)	0,259
Défibrillateur implantable (%)	12 (30,8)	30 (57,7)	0,012
Cardiopathie ischémique (%)	26 (66,7)	32 (61,5)	0,664
Angioplastie coronaire (%)	18 (46,2)	26 (50,0)	0,833
Revascularisation chirurgicale (%)	6 (15,4)	2 (3,8)	0,070
Aspirine (%)	21 (53,8)	28 (53,8)	>0,999
Clopidogrel (%)	7 (17,9)	6 (11,8)	0,547
Prasugrel (%)	1 (2,6)	1 (2,0)	>0,999
Ticagrélor (%)	1 (2,6)	2 (3,9)	>0,999
AVK (%)	3 (7,7)	21 (41,2)	<0,001
HBPM (%)	0 (0,0)	3 (5,9)	0,255
HNF (%)	26 (66,7)	23 (44,2)	0,037
Anti-IIa directs (%)	1 (2,6)	0 (0,0)	0,433
Anti-Xa directs (%)	3 (7,7)	1 (2,0)	0,312
Statine (%)	24 (61,5)	32 (61,5)	>0,999
Thrombophilie (%)	1 (2,6)	0 (0,0)	0,433
Hémophilie (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	>0,999
HTA (%)	14 (35,9)	26 (51,0)	0,200
Rétrécissement aortique (%)	2 (5,1)	0 (0,0)	0,185
Insuffisance aortique (%)	3 (7,7)	6 (11,8)	0,726
Rétrécissement mitral (%)	1 (2,6)	0 (0,0)	0,433
Insuffisance mitrale (%)	8 (20,5)	21 (41,2)	0,043
Insuffisance tricuspide (%)	3 (7,7)	12 (23,5)	0,052
Valve mécanique (%)	5 (12,8)	3 (5,9)	0,286
Valve bioprothétique (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	>0,999
Cardiopathie congénitale (%)	0 (0,0)	3 (5,9)	0,255
Artériopathie périphérique (%)	2 (5,1)	6 (11,8)	0,458
Clairance créat. > 60 mL/min (%)	29 (74,4)	31 (59,6)	
Clairance créat. 30-60 mL/min (%)	9 (23,1)	17 (33,3)	<0,001
Clairance créat. <30 mL/min (%)	0 (0,0)	4 (7,8)	
EER chronique (%)	0 (0,0)	1 (2,0)	>0,999
Corticoïdes (%)	0 (0,0)	1 (2,0)	>0,999
Immunosuppresseur (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	>0,999
Transplantation d'organe (%)	0 (0,0)	1 (2,0)	>0,999

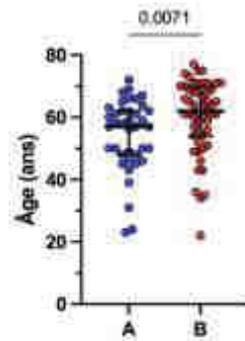


Figure 9. Âge des patients

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu, n=39) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge, n=52)

La **figure 10** représente le classement des patients selon le score INTERMACS préopératoire, qui est supérieur dans le groupe sous assistance (1 [1-1] vs. 2 [2-3] ; $p < 0,01$). Il est à noter que contrairement à de nombreux auteurs américains, nous n'avons pas classés les patients sous BCPIA dans la catégorie INTERMACS 1.

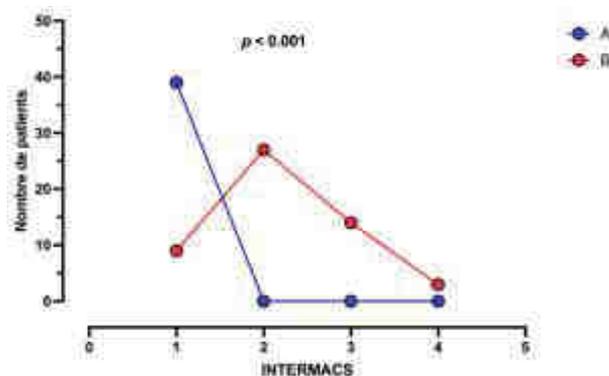


Figure 10. Répartition des patients en fonction du score INTERMACS

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu, n=39) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge, n=52)

Données préopératoires

Le **tableau VII** résume les conditions préopératoires. Au moment de l'implantation, les patients du groupe « sous assistance » sont plus sévères en termes de gravité, à la fois évaluée

par le score INTERMACS, mais aussi par la proportion de patients ayant présentés un arrêt cardiaque (33,3 vs. 3,9%, $p < 0,001$) ou hospitalisés en réanimation au moment de l'implantation (100,0 vs. 63,5%, $p < 0,001$). Ce groupe présentait également plus souvent avant l'implantation un sepsis (89,7 vs. 34,6%, $p < 0,001$) ainsi que la nécessité de recours à une ventilation mécanique (87,2 vs. 13,5%, $p < 0,001$) ou une épuration extrarénale (43,6 vs. 7,7%, $p < 0,001$). Le BCPIA était peu utilisé sans différence entre les groupes témoignant des changements de pratique avec son abandon progressif dans notre centre. Il est intéressant de noter que la durée moyenne de support par ECMO avant implantation était de 9 ± 5 jours.

Tableau VII. Conditions préopératoires

	A – Sous assistance (n = 39)	B – Hors assistance (n = 52)	<i>p</i>
Urgence (%)	39 (100,0)	52 (100,0)	>0,999
Redux (%)	14 (35,9)	9 (17,3)	0,054
ASA	4 [4-5]	4 [4-4]	
INTERMACS	1 [1-1]	2 [2-3]	
Attente transplantation (%)	24 (61,5)	30 (58,8)	0,831
H, en réanimation (%)	39 (100,0)	33 (63,5)	
H, en cardiologie (%)	0 (0,0)	19 (36,5)	<0,001
Domicile (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Transfert secondaire (%)	12 (30,8)	11 (21,2)	0,341
Arrêt cardiaque initial (%)	13 (33,3)	2 (3,9)	<0,001
Choc cardiogénique persistant (%)	31 (79,5)	40 (76,9)	0,804
Lévosimendan (%)	6 (15,4)	5 (9,8)	0,522
ECMO (%)	36 (92,3)	-	-
ECMO durée (jours)	9 [5-12]	-	-
Impella™ (%)	9 (23,1)	-	-
Impella™ durée (jours)	13 [10-15]	-	-
BCPIA (%)	3 (7,7)	5 (9,6)	>0,999
Sepsis préopératoire (%)	35 (89,7)	18 (34,6)	<0,001
Insuffisance rénale aiguë (%)	27 (69,2)	36 (69,2)	>0,999
Épuration extrarénale (%)	17 (43,6)	4 (7,7)	<0,001
Ventilation artificielle (%)	34 (87,2)	11 (21,2)	<0,001
Insuffisance hépatique (%)	9 (23,1)	7 (13,5)	0,273

Données opératoires

Le **tableau VIII** représente les données opératoires. Le groupe « sous assistance » était plus fréquemment implanté d'un BiVAD (15 vs. 9, $p = 0,031$). Il n'existait pas de différence entre les groupes dans l'utilisation d'inhibiteurs de phosphodiesterase, de monoxyde d'azote inhalé, de noradrénaline ou d'adrénaline. Le recours à un support inotrope par dobutamine était significativement plus fréquent dans le groupe sans assistance (47,1 vs. 80,4%, $p = 0,002$). On observait également une tendance à un abord chirurgical plus fréquent par sternotomie ainsi qu'une durée de CEC plus longue (de 40 min. en moyenne) dans le groupe « sous assistance ». Onze patients au total sont sortis du bloc opératoire sous ECMO et 1 patient sous Impella™. Les données concernant la transfusion peropératoire feront l'objet d'une analyse globale des besoins en produits sanguins labiles et en médicaments dérivés du sang.

Données postopératoires

Elles concernent l'analyse des 7 premiers jours postopératoires en service de réanimation.

Conjointement à l'évaluation de la gravité préopératoire basée sur le score INTERMACS, nous avons analysés la gravité périopératoires en réanimation à travers deux scores : l'indice de gravité simplifié 2^e version (IGS2) et le score de défaillance d'organe SOFA (*sequential organ failure assessment*) global et par organe.

Tableau VIII. Données opératoires

	A – Sous assistance (n = 39)	B – Hors assistance (n = 52)	<i>p</i>
Aspirine (%)	17 (43,6)	27 (52,9)	0,403
Clopidogrel (%)	5 (12,8)	6 (11,5)	>0,999
Prasugrel (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	>0,999
Ticagrélor (%)	0 (0,0)	1 (1,9)	>0,999
Inhibiteur de phosphodiesterase (%)	13 (38,2)	21 (40,4)	>0,999
Dobutamine (%)	16 (47,1)	41 (80,4)	0,002
Noradrénaline (%)	33 (94,3)	45 (90,0)	0,695
Adrénaline (%)	20 (57,1)	38 (73,1)	0,165
NO inhalé (%)	27 (75,0)	43 (82,7)	0,427
Cardioversion (%)	2 (5,6)	3 (5,9)	>0,999
Entraînement électrosystolique (%)	1 (2,7)	5 (9,8)	0,394
CEC (%)	26 (66,7)	46 (88,5)	0,179
Durée de CEC en minutes	166 [95-219]	128 [93-149]	0,0522
Clampage aortique (%)	4/26 (15,4)	5/46 (10,9)	0,718
Sternotomie (%)	28 (71,8)	28 (53,8)	0,127
Thoracotomie (%)	11 (28,2)	24 (46,2)	
BiVAD (%)	15 (38,5)	9 (17,3)	0,031
LVAD (%)	24 (61,5)	43 (82,7)	
Geste associé (%)	3 (7,7)	7 (13,5)	0,507
ECMO sortie (%)	6 (15,4)	5 (9,6)	0,520

L'IGS2 a été calculé à deux reprises ; dans les 24 heures suivant l'admission en réanimation et une fois dans les 24 heures suivant l'implantation de l'assistance, 39 et 33 patients hospitalisés en réanimation au moment de l'implantation ont donc eu 2 valeurs différentes (**figure 11**). L'IGS2 n'était pas différent entre les 2 groupes à l'admission en réanimation ou après implantation de l'assistance ($p > 0,999$ et $p = 0,826$ respectivement) ; cependant chacun présentait une valeur plus élevée de 10 à 15 points en moyenne après implantation : 48 [39-55] vs. 61 [53-69] ($p = 0,001$) et 44 [36-56] vs. 56 [48-68] ($p = 0,004$) respectivement. Cette différence semble liée au motif d'admission qui en préopératoire était principalement « médical » (6 points) alors qu'il était « chirurgical urgent » (8 points) en post-implantation ; mais également au recours à la ventilation mécanique et à l'insuffisance rénale aiguë.

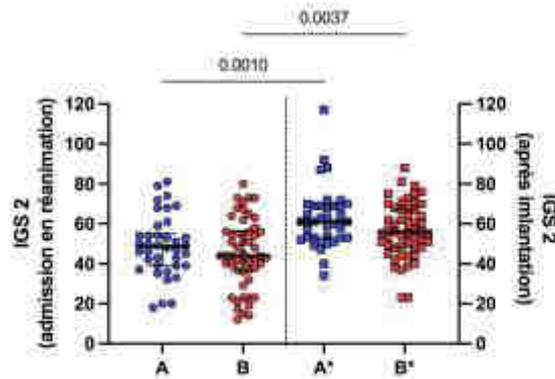


Figure 11. Score IGS2 à l'admission en réanimation (ronds, à gauche) et après implantation de l'assistance (carrés, à droite)

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu, n=38) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge, n=52)

Le score SOFA est un moyen de quantifier de manière reproductible et quotidienne les défaillances d'organes afin de suivre leur résolution ou leur aggravation. Il s'appuie sur six composantes, une pour le suivi de chaque défaillance : circulatoire, hépatique, rénale, respiratoire, neurologique et hémostatique. Ce score peut être analysé globalement ou au contraire par organe.

L'analyse globale score SOFA entre J-1 et J7 est représenté dans la **figure 12**. Conjointement à l'IGS2 calculé à l'admission en réanimation et au score INTERMACS – ne prenant en compte que la défaillance circulatoire – on constate que la gravité des patients « sous assistance » évaluée par le score SOFA est significativement plus élevée avant le bloc (12 ± 4 vs. 8 ± 4 , $p < 0,01$) et à l'admission en réanimation (14 ± 3 vs. 13 ± 1 , $p = 0,010$). Après implantation, cette différence persiste à J1 (13 [11-16] vs. 12 [8-14], $p = 0,006$) et tend, sans significativité, à être plus importante dans le groupe sous assistance jusqu'à J3. Cette différence disparaît après J3 avec néanmoins une grande hétérogénéité au sein de la cohorte, traduisant une résolution partielle des défaillances d'organes sévères à l'origine des scores de gravité élevé en préopératoire et à l'admission en réanimation.

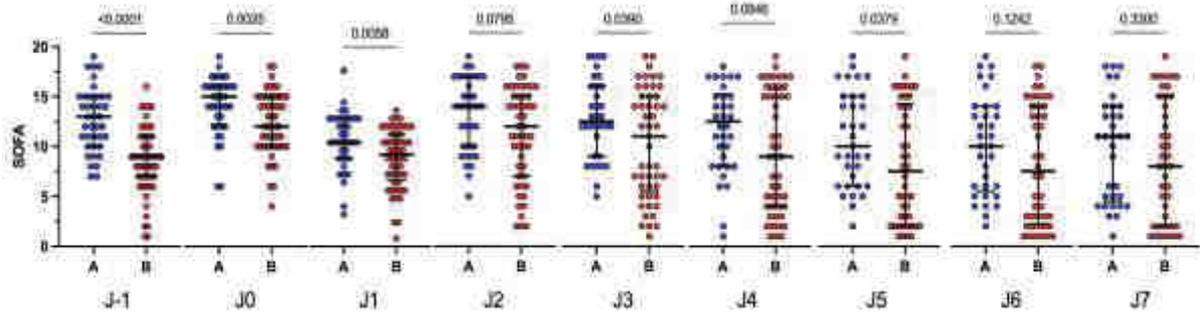


Figure 12. Évolution quotidienne du score SOFA global
 A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

Le détail des scores SOFA par organe est représenté dans la **figure 13**. L'amélioration globale retardée du score SOFA dans le groupe « sous assistance » semble correspondre à une évolution neurologique plus lente, une proportion plus importante d'insuffisance rénale aiguë sévère (*cf. infra*) ainsi qu'à un sevrage ventilatoire moins rapide avec une durée de ventilation mécanique supérieure dans le groupe « sous assistance » (10 [5-22] vs. 4 [2-15], $p = 0,076$).

Le recours aux différents traitements par jour est représenté sur la **figure 14**.

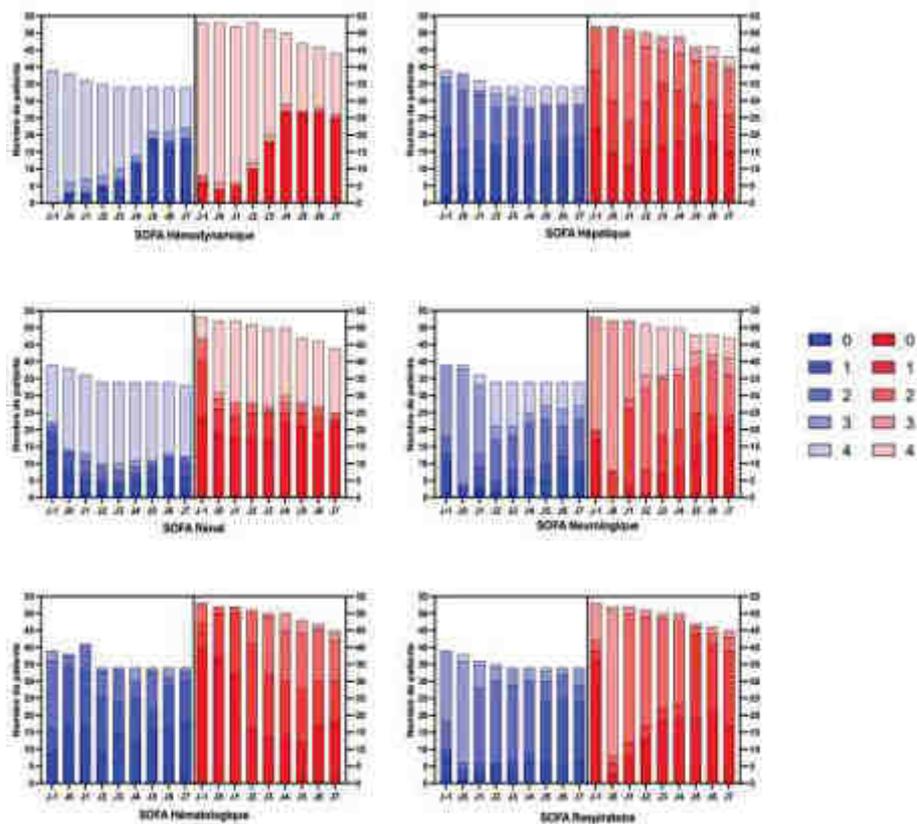


Figure 13. Évolution quotidienne du score SOFA par organe
 A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

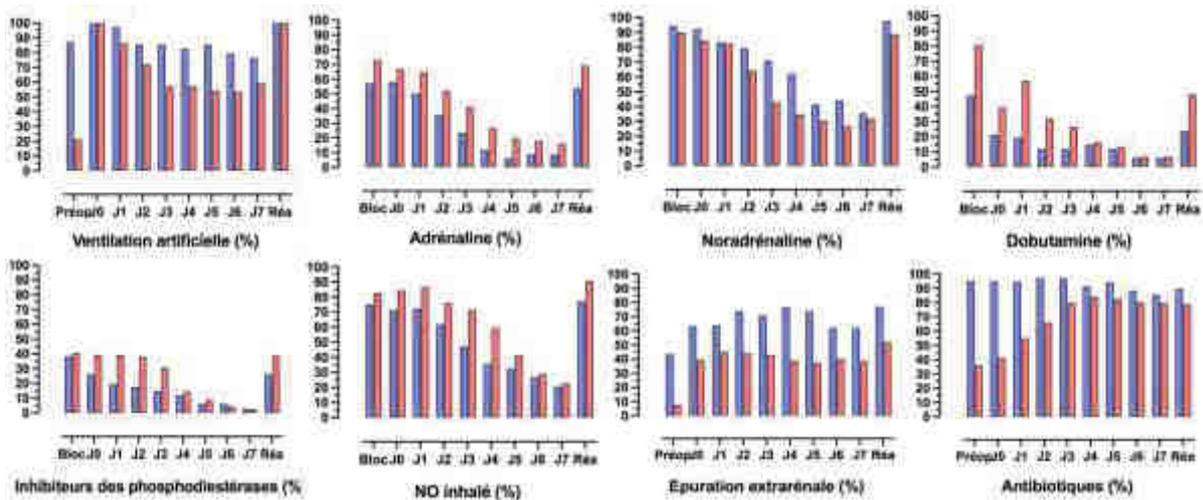


Figure 14. Répartition (en %) des principaux traitements au bloc et en réanimation
A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

Pour les traitements vaso-actifs le groupe « sous assistance » semblait nécessiter moins de recours à l'adrénaline, à la dobutamine, aux inhibiteurs de phosphodiesterase et au monoxyde d'azote inhalé ; néanmoins la durée de support par noradrénaline tendait à être plus longue, sans différences significatives.

L'insuffisance rénale aiguë est une complication fréquente tant de l'insuffisance cardiaque terminale et du choc cardiogénique d'une part que des techniques d'assistance circulatoires temporaires ou durables. Durant les 7 premiers jours post-opératoires 76,9% (30/39) du groupe « sous assistance » et 51,9% (27/52) du groupe « sans assistance » ont nécessité le recours à l'épuration extra-rénale ($p = 0,001$) et la proportion de patients nécessitant encore le recours à cette thérapeutique à J7 était significativement supérieur dans le groupe « sous assistance » (61,8 [21/34] vs. 38,6% [17/44], $p = 0,064$).

L'évaluation de la dysfonction hépatique sur la seule bilirubine met en évidence une différence significative avec une élévation plus importante dans le groupe « sous assistance » en préopératoire qui se retrouve à l'admission en réanimation mais disparaît par la suite ; elle

est déjà présente. L'analyse en mesures-répétées ne retrouve pas de différence d'évolution globale de la bilirubinémie entre les groupes. Elle ne semble pas non plus corrélée à la cytolyse qui après une acmé à J1 rejoint l'évolution du groupe « sans assistance » (**figure 15**).

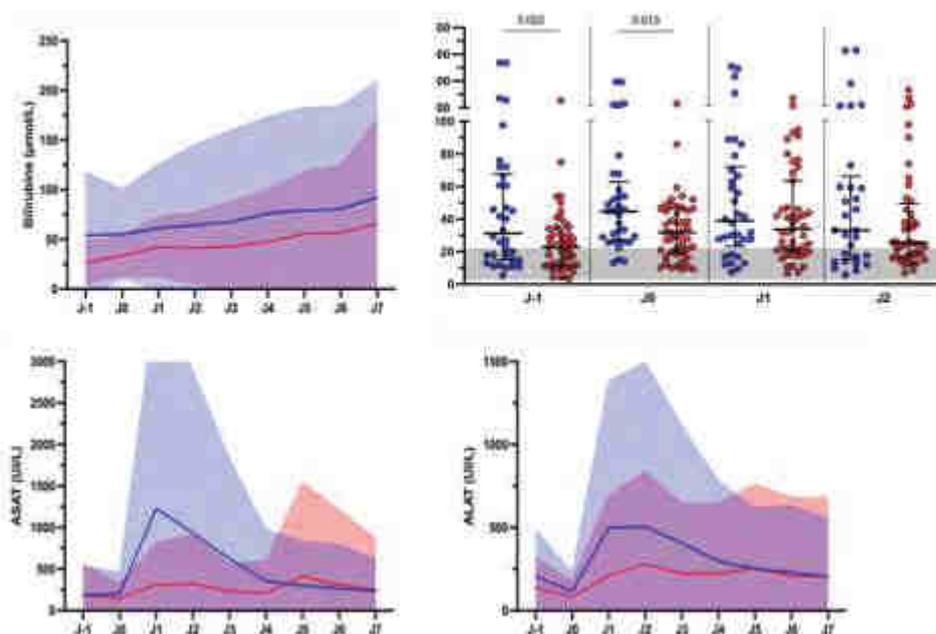


Figure 15. Évolution des paramètres biologiques hépatiques

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

Le score hématologique – ne reposant que sur la numération plaquettaire – était modérément plus élevé en préopératoire dans le groupe « sous assistance » sans différence cliniquement significative au bloc opératoire ou en réanimation. Ce score est peu représentatif car le recours à la transfusion plaquettaire est très fréquent sous assistance circulatoire, guidé par la numération plaquettaire et/ou la présence d'un saignement clinique. L'origine de la thrombopénie est multifactorielle associant spoliation et lyse mécanique mais aussi activation, en particulier en cas de sepsis associé.

En dehors la phase préopératoire (93 [76-143] vs. 209 [159-243], $p < 0,001$) il n'existait pas de différence significative de la numération plaquettaire entre les groupes (**figure 16**).

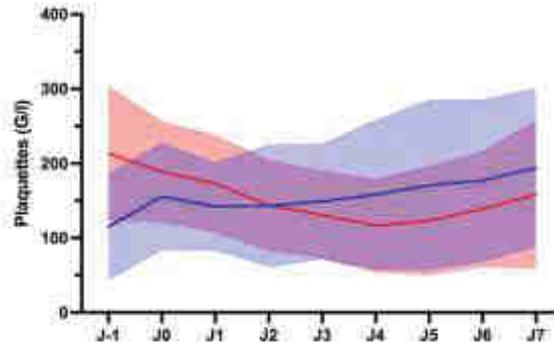


Figure 16. Évolution de la numération plaquettaire

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

La récupération neurologique était plus lente dans le groupe « sous assistance » (**figure 13**) avec 59 (23/39) et 44% (23/52) respectivement des patients présentant un score neurologique composite de 2 ou plus à J7, sans différence significative ($p = 0,205$).

Quatre patients dans le groupe « sous assistance » et 4 dans le groupe « sans assistance » ont présentés un AVC ($p = 0,783$), majoritairement ischémique avec une transformation hémorragique dans 1 et 2 cas respectivement.

Le taux de lactate ne fait pas partie du score SOFA. Cependant il est un marqueur fidèle de l'inadéquation entre l'offre et la demande en oxygène (DO_2/VO_2). La lactatémie était significativement plus élevée en préopératoire dans le groupe « sans assistance » ($1,0 \pm 0,4$ vs. $1,8 \pm 1,3$, $p < 0,001$). Cette différence disparaissait par la suite (**figure17**).

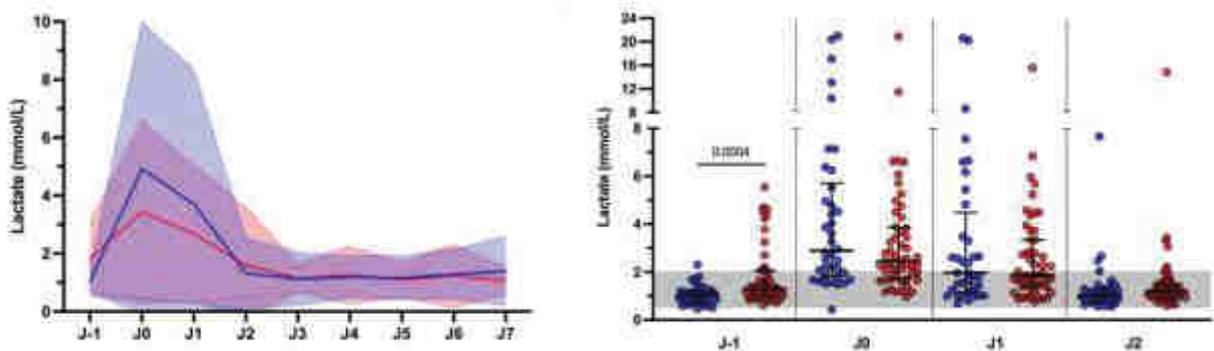


Figure 17. Évolution de la lactatémie

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

Le volume de drainage en millilitres et la durée de drainage en jours n'étaient pas différents entre les groupes : 2428 [1624-4073] vs. 2115 [1300-4070] ($p = 0,403$) et 5 [4-9] vs. 4 [4-7] ($p = 0,351$) respectivement.

Il n'existait pas non plus de différence dans la survenue de complications hémorragiques (19 vs. 10, $p = 0,394$), dans le site hémorragique (médiastin dans 14 et 16 cas respectivement) ni dans la nécessité de reprise chirurgicale pour un geste d'hémostase ou de décaillotage (9 vs. 17, $p = 0,356$).

Les complications ischémiques étaient rares pendant la période analysée, à savoir 2 ischémies de membre inférieur dans le groupe « sous assistance » et aucune dans le groupe « sans assistance » ($p = 0,181$).

Les patients en état critique subissent un stress majeur, qu'il soit lié à une chirurgie majeure et/ou une réanimation prolongée comme cela est le cas dans l'assistance circulatoire. Ils sont à risque élevé de complications infectieuses, à l'origine d'une morbidité importante. Il n'y a pas de différence significative concernant le nombre d'infection globale (**figure 18**), de bactériémie (1 vs. 4, $p = 0,387$) ou de pneumopathie (28 vs. 29, $p = 0,132$) malgré une proportion plus importante de pneumopathies à l'admission dans le groupe « sous assistance » (26/39 vs. 11/52, $p < 0,001$). Ce groupe présente également significativement plus d'infections de site opératoire que le groupe « sans assistance » (6 vs. 1, $p = 0,039$) et en particulier d'infections au niveau du triangle de Scarpa ou des câbles d'alimentation (5 vs. 0, $p = 0,012$). Une antibiothérapie était prescrite chez 34 et 41 patients respectivement ($p = 0,179$).

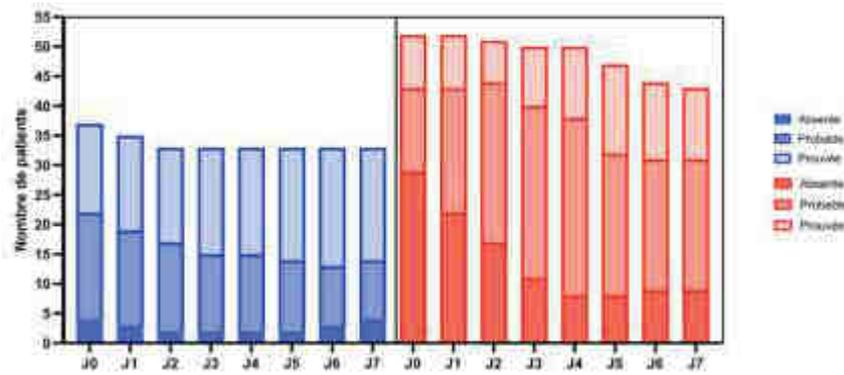


Figure 18. Évolution du nombre d'infection

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

S'intéresser au nombre de jours vivant à J28 permet de s'affranchir du biais lié à une mortalité élevée dans les premiers jours qui diminue les durées de séjour ou de dépendance. Le nombre de jours vivants à J28 sans ventilation (3 [0-20] vs. 18 [0-26], $p = 0,0254$), la durée de séjour en réanimation (21 [10-46] vs. 13 [6-23], $p = 0,021$) ainsi que le nombre de jours vivants hors réanimation à J28 (0 [0-7] (ou $3,4 \pm 5,6$) vs. 1 [0-20] ($7,9 \pm 9,6$), $p = 0,026$) traduisent une récupération moins rapide chez les patients sous assistance avant implantation (**figure 19**).

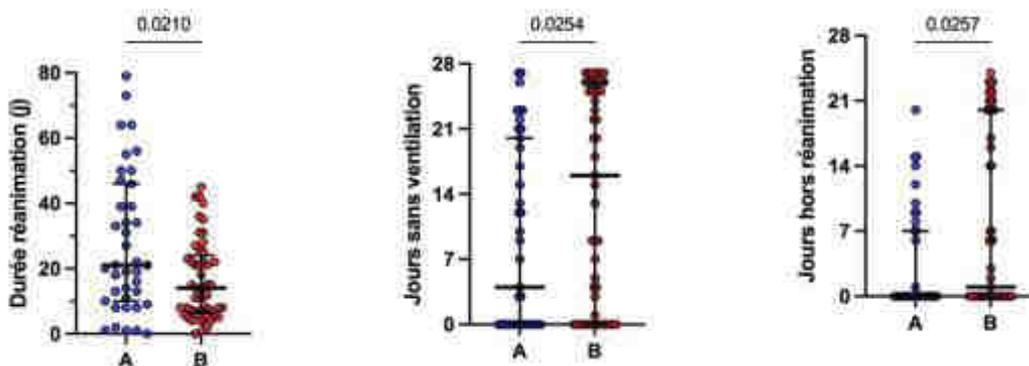


Figure 19. Durées de séjour et de jours vivants sans ventilation ou hors réanimation à J28

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

Transfusion

Le détail de la transfusion per- et postopératoire de produits sanguins labiles et stables est résumé dans le **tableau IX** et la **figure 20**. Dans le groupe « sous assistance », significativement plus de concentrés érythrocytaires sont transfusés au total (616 vs. 483, $p < 0,001$) avec une quantité de concentrés par patient plus importante (14 [9-22] vs. 8 [4-14], $p < 0,001$) et un nombre de patients transfusés en peropératoire plus élevé que dans le groupe « sans assistance » (97 vs. 71%, $p = 0,002$) ; cette différence disparaissait par la suite. Le nombre de concentrés plaquettaires total n'était pas différent entre les groupes (232 vs. 213, $p = 0,893$) ; par contre la quantité de concentrés plaquettaires transfusés par patient était plus importante dans le groupe « sous assistance » (5 [3-8] vs. 3 [2-5], $p = 0,012$), cet effet était concentré sur le bloc opératoire ($p = 0,001$). Plus d'unités de plasma frais congelés étaient transfusées au total dans le groupe « sous assistance » (422 vs. 369, $p = 0,002$) avec une quantité par patient également plus élevée (9 [6-16] vs. 4 [3-13], $p = 0,024$). Cet effet est là encore concentré sur le bloc opératoire ($p < 0,001$). Bien que la quantité totale de concentrés de complexe prothrombinique soit significativement supérieure dans le groupe « sans assistance » ($p = 0,019$), il n'y a pas de différence globale dans le nombre de patient transfusés ($p = 0,226$) ou dans la quantité par patient ($p = 0,463$). Il n'existe pas de différence dans l'administration de fibrinogène entre les groupes ($p = 0,490$).

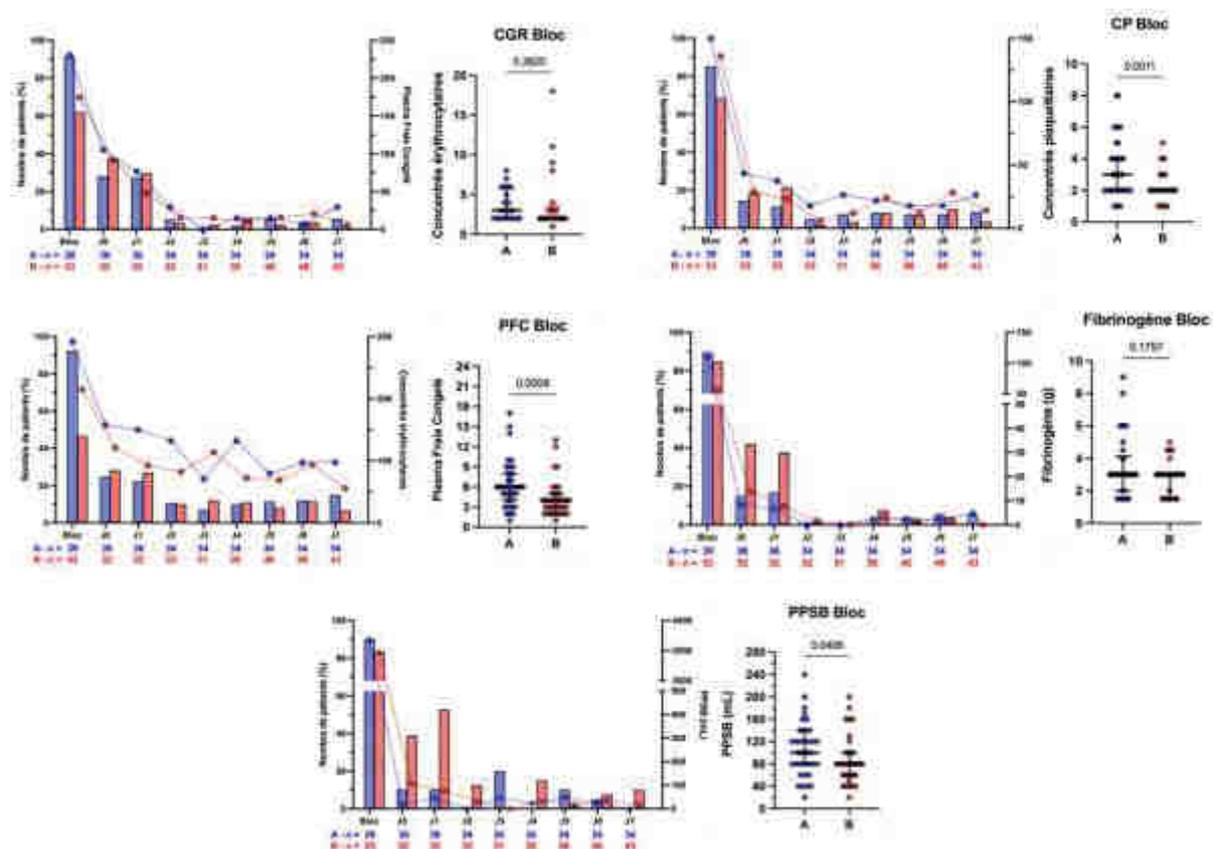


Figure 20. Produits sanguins labiles et médicaments dérivés du sang
 A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupe « hors assistance » (en rouge)

Tableau IX. Consommation de produits sanguins labiles et de médicaments dérivés du sang

	A – Sous assistance (n = 39)					B – Hors assistance (n = 53)					p*	p**
	Effectif	N	(%)	Unités	Médiane IQ [25%-75%]	Effectif	N	(%)	Unités	Médiane IQ [25%-75%]		
Concentrés érythrocytaires (unités) – p = <0,001***												
- Bloc opératoire	39	38	(97,4)	277	4 [2-6]	53	38	(71,7)	140	3 [2-5]	0,002	0,362
- Réanimation J0	38	20	(52,6)	74	3 [2-6]	52	21	(40,4)	85	2 [2-4]	0,288	0,362
- Réanimation J1	36	18	(50,0)	67	3 [2-5]	52	16	(30,8)	81	2 [2-5]	0,079	0,831
- Réanimation J2	34	15	(44,1)	32	2 [2-2]	51	14	(27,5)	30	2 [2-2]	0,161	0,515
- Réanimation J3	34	8	(23,5)	21	2 [1-2]	50	19	(38,0)	36	2 [1-3]	0,234	0,320
- Réanimation J4	34	15	(44,1)	30	2 [1-5]	50	12	(24,0)	33	2 [1-3]	0,061	0,867
- Réanimation J5	34	9	(26,5)	34	2 [2-6]	48	11	(22,9)	24	2 [2-2]	0,796	0,552
- Réanimation J6	34	11	(32,4)	36	2 [2-3]	48	15	(31,3)	34	2 [2-2]	>0,999	0,238
- Réanimation J7	34	11	(32,4)	45	2 [2-8]	43	8	(18,6)	20	2 [2-2]	0,191	0,457
- Total	39	39	(100,0)	616	14 [9-22]	53	48	(90,6)	483	8 [4-14]	0,070	<0,001
Concentrés plaquettaires (unités) – p = 0,893***												
- Bloc opératoire	39	39	(100,0)	128	3 [2-4]	53	48	(90,6)	103	2 [2-2]	0,070	0,001
- Réanimation J0	38	11	(28,9)	22	2 [1-2]	52	10	(19,2)	28	2 [2-4]	0,320	0,427
- Réanimation J1	36	9	(25,0)	17	2 [1-3]	52	8	(15,4)	32	3 [1-7]	0,284	0,297
- Réanimation J2	34	4	(11,8)	7	2 [1-2]	51	2	(3,9)	3	1 [1-2]	0,212	>0,999
- Réanimation J3	34	6	(17,6)	11	1 [1-3]	50	4	(8,0)	5	1 [1-2]	0,303	0,833
- Réanimation J4	34	5	(14,7)	12	2 [2-4]	50	8	(16,0)	12	1 [1-2]	>0,999	0,086
- Réanimation J5	34	4	(11,8)	11	2 [1-5]	48	4	(8,3)	10	2 [1-4]	0,713	0,971
- Réanimation J6	34	4	(11,8)	11	2 [1-5]	48	9	(18,8)	15	1 [1-3]	0,543	0,344
- Réanimation J7	34	6	(14,7)	13	2 [1-3]	43	4	(9,3)	5	1 [1-2]	0,322	0,262
- Total	39	39	(100,0)	232	5 [3-8]	53	50	(94,3)	213	3 [2-5]	0,259	0,012
Plasmas Frais Congelés (unités) – p = 0,002***												
- Bloc opératoire	39	36	(92,3)	229	6 [4-8]	53	37	(39,8)	155	4 [2-5]	0,009	<0,001
- Réanimation J0	38	16	(42,1)	70	4 [3-5]	52	19	(36,5)	94	3 [3-5]	0,664	0,373
- Réanimation J1	36	11	(30,6)	68	6 [2-9]	52	10	(19,2)	74	5 [2-13]	0,309	>0,999
- Réanimation J2	34	4	(11,8)	13	3 [2-5]	51	3	(5,9)	8	3 [2-3]	0,430	0,829
- Réanimation J3	34	0	(0,0)	0	-	50	3	(6,0)	6	2 [2-2]	0,269	-
- Réanimation J4	34	2	(5,9)	5	3 [1-4]	50	2	(4,0)	15	8 [7-8]	>0,999	0,333
- Réanimation J5	34	2	(5,9)	14	7 [4-10]	48	3	(6,3)	6	2 [1-3]	>0,999	0,200
- Réanimation J6	34	1	(2,9)	9	9 -	48	4	(8,3)	9	2 [2-4]	0,397	-
- Réanimation J7	34	4	(11,8)	14	3 [1-6]	43	1	(2,3)	2	2 -	0,164	-
- Total	39	37	(94,9)	422	9 [6-16]	53	46	(86,8)	369	4 [3-13]	0,293	0,024

Tableau IX (suite). Consommation de produits sanguins labiles et de médicaments dérivés du sang

	A – Sous assistance (n = 39)					B – Hors assistance (n = 53)					p*	p**
	Effectif	N	(%)	Unités	Médiane IQ [25%-75%]	Effectif	N	(%)	Unités	Médiane IQ [25%-75%]		
Concentrés de complexe prothrombinique (mL) – p = 0,019***												
- Bloc opératoire	39	35	(89,7)	3690	100 [80-40]	53	44	(83,0)	3480	80 [60-100]	0,546	0,041
- Réanimation J0	38	1	(2,6)	80	80 -	52	7	(13,5)	310	40 [30-60]	0,132	-
- Réanimation J1	36	2	(5,6)	80	40 [40-40]	52	5	(9,6)	420	60 [40-140]	0,076	0,286
- Réanimation J2	34	0	(0,0)	0	-	51	2	(3,9)	100	50 [40-60]	0,514	-
- Réanimation J3	34	2	(5,9)	160	80 [80-80]	50	0	(0,0)	0	-	0,161	-
- Réanimation J4	34	0	(2,9)	0	-	50	2	(4,0)	120	60 [60-60]	>0,999	-
- Réanimation J5	34	1	(5,9)	80	40 -	48	1	(2,1)	20	20 -	0,567	-
- Réanimation J6	34	2	(2,9)	40	40 [40-40]	48	2	(4,2)	60	30 [20-40]	>0,999	0,286
- Réanimation J7	34	0	(0,0)	0	-	43	1	(2,3)	80	80 -	>0,999	-
- Total	39	36	(92,3)	4130	100 [80-140]	53	44	(83,0)	4590	80 [60-140]	0,226	0,463
Concentrés de fibrinogène (g) – p = 0,490***												
- Bloc opératoire	39	34	(87,2)	118,0	3,0 [2,0-4,1]	53	37	(69,8)	102,5	3,0 [1,5-3,0]	0,077	0,176
- Réanimation J0	38	4	(10,5)	12,0	2,3 [1,5-5,3]	52	9	(17,3)	33,5	3,0 [1,5-5,8]	0,545	0,741
- Réanimation J1	36	3	(8,3)	13,5	3,0 [3,0-4,1]	52	5	(9,6)	30	7,5 [2,3-9,0]	>0,999	0,460
- Réanimation J2	34	0	(0,0)	0,0	-	51	1	(2,0)	1,5	1,5 -	>0,999	-
- Réanimation J3	34	0	(0,0)	0,0	-	50	0	(0,0)	0,0	-	>0,999	-
- Réanimation J4	34	1	(2,9)	1,0	1,0 -	50	2	(4,0)	6,0	3,0 [3,0-3,0]	>0,999	-
- Réanimation J5	34	1	(2,9)	3,0	3,0 -	48	1	(2,1)	1,5	1,5 -	>0,999	-
- Réanimation J6	34	1	(2,9)	4,5	4,5 -	48	1	(2,1)	3,0	3,0 -	>0,999	-
- Réanimation J7	34	2	(5,9)	4,0	2,0 [1,0-3,0]	43	0	(0,0)	0,0	-	0,192	-
- Total	39	34	(87,2)	156,0	3,0 [2,0-6,0]	53	40	(78,4)	178,0	3,0 [1,6-4,5]	0,192	0,228

* : Test du χ^2 pour le nombre de patients

** : Test de Mann-Whitney pour le nombre de PSL ou de MDS administrés par patient

*** : Test de Mann-Whitney pour le nombre total de PSL ou de MDS administrés

Survie et devenir

La survie à 28 jours (26/13 (67%) vs. 38/15 (72%), $p = 0,651$), 90 jours (18/21 (46%) vs. 31/22 (58%), $p = 0,293$), 1 an (15/24 (38%) vs. 23/30 (43%), $p = 0,637$) et à quatre ans (7/32 (18%) vs. 11/42 (21%), $p = 0,796$) n'était pas différente entre les groupes, avec une mortalité précoce similaire (**figure 21**). Les durées d'assistance et de survie globale sont résumées dans le **tableau X**. La durée d'assistance médiane avant transplantation avait tendance à être inférieure dans le groupe « sans assistance », sans différence significative ($p = 0,212$). Quatorze patients du groupe « sous assistance » ont été transplantés cardiaques (36%) contre 16 dans le groupe « sans assistance » (31%), sans différence dans la durée de survie globale entre ces sous-groupes ($p = 0,814$). Quelques patients ont été transplantés « en urgence » en raison d'une complication liée au dispositif d'assistance (infection ou dysfonctionnement) ; ces patients n'étant pas clairement identifiés, une analyse spécifique de leur survie n'a pas été réalisée. Trois patients (21,4%) transplantés sont décédés dans le groupe « sous assistance » à 16, 51 et 325 jours de la transplantation contre 5 (31,3%) dans le groupe « hors assistance » respectivement à 0, 0, 18, 67 et 128 jours.

Il n'existait pas non plus de différence de survie globale entre les patients du groupe « sous assistance » implanté d'un VAD en thérapie de destination et les patients greffés cardiaques des deux groupes.

Onze patients ont une survie à plus de 5 ans de l'implantation et la durée de survie la plus longue dans notre cohorte est de 8 ans (indépendamment d'une transplantation secondaire).

Tableau X. Durées d'assistance et de survie en fonction du devenir

	Durée assistance (j)					Durée transplantation (j)					Durée globale de survie (j)				
	A – « sous assistance »		B – « hors assistance »			A – « sous assistance »		B – « hors assistance »			A – « sous assistance »		B – « hors assistance »		
	Méd.	IQ [25-75%]	Méd.	IQ [25-75%]	<i>p</i>	Méd.	IQ [25-75%]	Méd.	IQ [25-75%]	<i>p</i>	Méd.	IQ [25-75%]	Méd.	IQ [25-75%]	<i>p</i>
Mortalité précoce (< 90 j)	18	[5-16]	15	[6-36]	0,613	0	[0-0]	0	[0-0]	-	18	[5-16]	15	[6-36]	0,613
En thérapie de destination	1670	[413-2808]	794	[283-1339]	0,224	0	[0-0]	0	[0-0]	-	1670	[413-2808]	794	[283-1339]	0,224
Avec transplantation	270	[197-415]	199	[95-360]	0,212	818	[342-1420]	1239	[82-2120]	0,914	1247	[658-1551]	1502	[315-2508]	0,814

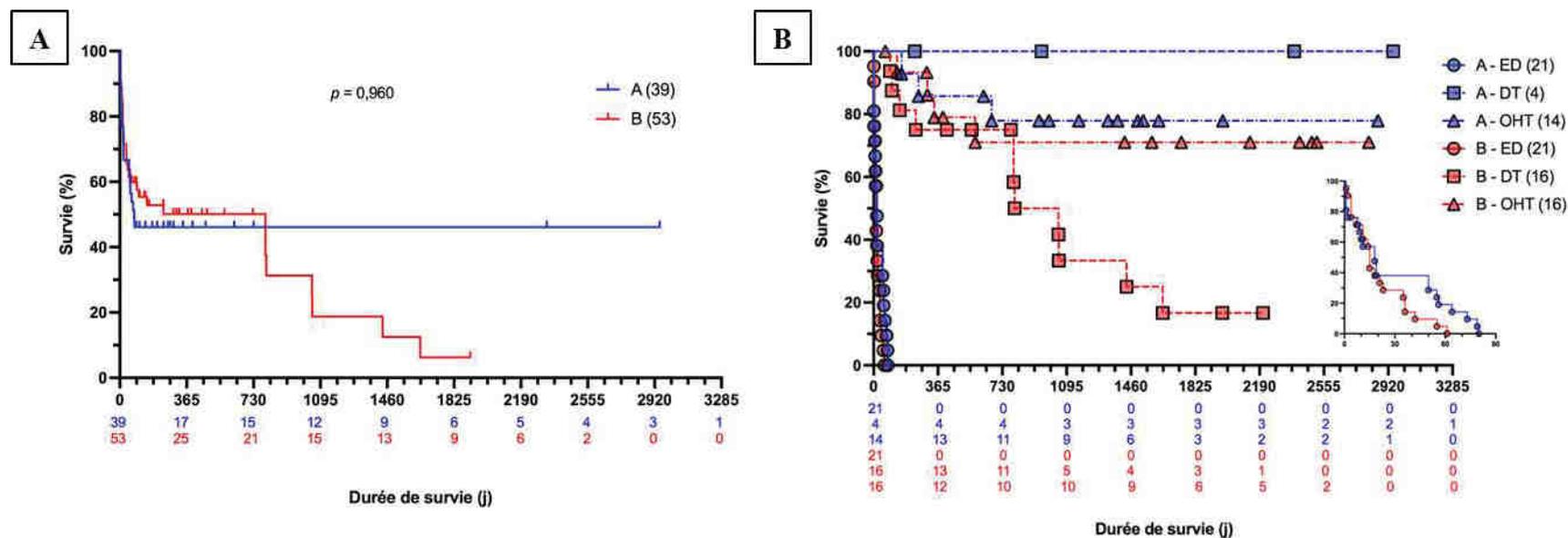


Figure 21. Courbes de survie **A.** globale et **B.** en fonction du devenir du patient

ED. "Early Death" mortalité dans les 90 jours ; DT. "Destination Therapy" thérapie de destination ;

OHT. "Orthotopic Heart Transplantation" avec transplantation

A. Patients du groupe « sous assistance » (en bleu) ; B. Patients du groupes « hors assistance » (en rouge)

Assistances biventriculaires

Si on s'intéresse au sous-groupe des patients implantés d'une assistance biventriculaire, on observe une durée de CEC plus longue que pour l'implantation d'un LVAD ($p < 0,001$), encore plus importante en cas d'ECMO en pont à l'implantation ($p = 0,002$). Le volume de drainage médiastinal postopératoire est également plus élevé dans le sous-groupe des BiVADs par rapport aux LVAD ($p = 0,011$). Il n'existait pas de différence entre BiVAD et LVAD en termes de transfusion de produits sanguins labiles. Par contre pour les patients implantés d'un BiVAD significativement plus médicaments dérivés du sang étaient administrés ($p = 0,034$ et $p = 0,033$ pour les concentrés de complexe prothrombinique et le fibrinogène respectivement)

Ces différences ne modifiaient pas le pronostic global de ces patients avec une mortalité similaire aux patients implantés d'un LVAD.

DISCUSSION

Pour les patients en choc cardiogénique réfractaire (CCR), une stabilisation hémodynamique rapide est un enjeu majeur afin d'éviter l'évolution vers une défaillance multiviscérale et un décès. Le pronostic extrêmement sombre du choc cardiogénique réfractaire sous traitement médical seul a mené au développement et à l'intégration en pratique clinique quotidienne des assistances circulatoires temporaires et durables. Plusieurs études ont montré que l'implantation d'un VAD chez des patients INTERMACS-1 n'était pas souhaitable car associé à une morbidité élevée, supérieure à celle de patients stabilisés avec un profil INTERMACS 2 ou moins.^(26, 27)

L'ECMO veino-artérielle a un rôle croissant dans la gestion des cas les plus sévères de choc cardiogénique et ses bénéfices cliniques ont été rapportés à plusieurs reprises.⁽⁶²⁻⁶⁴⁾ L'utilisation d'ACTs (assistance circulatoire temporaire), fréquemment l'ECMO, en BTVAD (*bridge-to-VAD*) permet pour un traumatisme chirurgical minime de corriger l'hypoperfusion et d'améliorer les dysfonctions d'organes secondaires afin de gagner du temps pour évaluer la candidature du patient au VAD et réduire le risque chirurgical. Néanmoins l'ECMO est associée à des complications sévères pouvant impacter la survie des patients.⁽⁵⁵⁾ Plusieurs études de faibles effectifs sur l'ECMO en BTVAD (LVAD) retrouvent des taux de survie similaires à ceux observés chez des patients moins sévères (INTERMACS 3 - 4) au prix d'une majoration des complications hémorragiques, thromboemboliques, rénales et neurologiques.^(36, 75-77) Il est important de savoir si l'ECMO est une stratégie valable en pont à l'implantation des patients en CCR car l'implantation d'un VAD est coûteuse et associée à

une consommation élevée en ressources humaines et médicales.⁽⁷⁸⁾ Affiner la sélection des patients candidats à cette thérapeutique est un enjeu majeur. Nous nous sommes intéressés aux complications survenant durant la première semaine postopératoire et au devenir des patients sous ACT en BTVAD dans notre centre.

Notre étude a analysé les données pré-, per- et postopératoires de quatre-vingt-douze patients implantés d'un dispositif d'assistance circulatoire de longue durée entre 2012 et 2020 au CHU de Strasbourg (3^e centre français en volume d'implantation). Avec 36 patients sous ECMO dans le groupe « sous assistance », notre série représente la deuxième plus grande cohorte monocentrique de patients assistés par ECMO en BTVAD.^(22, 61, 66, 71) Dans notre étude, les deux groupes (« sous assistance » et « hors assistance ») étaient globalement comparables sur les caractéristiques démographiques et les données préopératoires. À noter que les patients du groupe « sous assistance » étaient plus jeunes et tendaient à présenter une cardiopathie moins avancée avec moins de fibrillation atriale, moins de DAI et moins d'insuffisances valvulaires. Trois patients dans le groupe « sous assistance » et cinq dans le groupe « hors assistance » ont été traités par BCPIA en préopératoire. Cette faible utilisation s'explique par son abandon progressif à la suite de l'étude IABP-SHOCK II de Thiele *et al.*⁽⁶⁸⁾ Il n'existait pas de différence sur le score IGS2 entre les groupes. Par contre, le score INTERMACS était plus sévère dans le groupe « sous assistance » puisque la totalité des patients étaient INTERMACS-1 alors que dans le groupe « sans assistance » les profils INTERMACS 2 et 3 prédominaient.

Point important, la durée médiane de support par ECMO était de 9 jours dans notre étude. Ceci est légèrement plus que dans la littérature où la durée médiane se situe autour de 4 jours.^(61, 71, 77, 79, 80)

La période d'une semaine semble être une fenêtre d'opportunité optimale pour la transition ECMO – VAD, laissant un temps d'évaluation suffisant et permettant une correction au moins partielle des dysfonctions d'organes. Une stabilisation plus prolongée par ECMO pourrait majorer la survenue de complications neurologiques ou hémorragiques, empêchant *de facto* l'implantation du VAD. La corrélation entre durée d'ECMO et majoration de la mortalité a déjà été décrite dans la littérature.⁽⁸¹⁾ Tsyganenko *et al.* ont mis en évidence sur une cohorte de 100 patients assistés par ECMO en BTVAD (LVAD) qu'une durée de support supérieure à 7 jours était un facteur prédictif de mortalité à 1 an en analyse multivariée.⁽⁶⁶⁾ Cheng *et al.* rapportent une meilleure survie en cas de transition précoce entre ECMO et VAD (< 4 jours) comparé à une transition plus tardive.⁽⁸⁰⁾ Néanmoins une transition aussi précoce est souvent difficile à réaliser chez des patients INTERMACS 1 qui ont présenté un arrêt cardiorespiratoire nécessitant plus de temps pour l'évaluation neurologique ou la stabilisation hémodynamique.

Onze patients ont nécessité une ECMO en fin de procédure d'implantation, sans différence entre les groupes. Ceci est cohérent avec la littérature ne retrouvant pas de lien entre ECMO préopératoire et défaillance ventriculaire droite postopératoire.^(77, 82) L'abord par sternotomie est un facteur connu de défaillance ventriculaire droite postopératoire. *A fortiori*, plusieurs auteurs ont décrits l'effet bénéfique d'un abord mini-invasif pour l'implantation de LVAD sur la fonction ventriculaire droite et plus généralement l'évolution postopératoire.^(83, 84) Parmi les explications avancées on peut citer un rôle protecteur sur la géométrie ventriculaire droite liée

à la préservation de la fonction du péricarde, l'absence de torsion du ventricule droit peropératoire ou encore la réduction du temps de CEC. Il n'y avait pas de différence en terme de voie d'abord chirurgicale entre les groupes avec un abord majoritaire par sternotomie, plus fréquent dans le groupe « sous assistance ». Cet effet peut être lié à la proportion plus importante de BiVAD dans ce groupe dont l'implantation n'est pas accessible à un abord mini-invasif. Un autre facteur ayant pu influencer nos résultats est l'évolution des pratiques de prévention de la défaillance ventriculaire droite après implantation de LVAD grâce à l'amélioration des connaissances, qui se traduit par une utilisation plus importante du monoxyde d'azote inhalé et des inhibiteurs de phosphodiesterase.

Nous avons montré que la gravité des patients représentée par le score SOFA était plus importante jusqu'à J3 postopératoire dans le groupe « sous assistance ». Ceci est lié à plusieurs facteurs.

Le groupe « sous assistance » nécessitait une durée de CEC plus longue et également une durée plus longue de support par Noradrénaline en postopératoire. Une explication possible est le syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS) qui survient durant le support par ECMO et qui partage des similarités avec le SIRS secondaire à la CEC. Les médiateurs inflammatoires sont libérés en réponse à l'exposition des cellules sanguines aux surfaces artificielles du circuit extracorporel, au traumatisme chirurgical, à l'hypothermie ou à l'ischémie-reperfusion tissulaire. Ceci est à l'origine d'un « orage cytokinique » et d'une activation leucocytaire qui entraîne une baisse des résistances vasculaires périphériques et participe aux dysfonctions d'organes.⁽⁸⁵⁾ Bien que nous n'ayons pas recueillis les quantités de vasopresseurs administrés ce résultat fait écho à l'étude de Maeda *et al.* qui ont évalué

l'impact de l'ECMO en BTVAD sur le score inotrope. Ils ont mis en évidence un besoin en noradrénaline significativement plus élevé en peropératoire dans le groupe assisté par ECMO en pont.⁽⁸⁶⁾

Nous avons mis en évidence que le sevrage de la ventilation mécanique était moins rapide. La dysfonction pulmonaire après chirurgie cardiaque est multifactorielle.⁽⁸⁷⁾ Dans notre cohorte, 87% des patients du groupe « sous assistance » étaient ventilés en préopératoire (contre 21% dans le groupe « hors assistance ») et 66% présentaient une pneumopathie à l'admission. Nous l'avons vu précédemment, l'abord chirurgical par sternotomie était plus fréquent dans ce groupe. Bien que cet abord permette un accès chirurgical plus aisé au cœur et aux structures adjacentes, elle a des répercussions importantes sur la mécanique ventilatoire, entraînant une réduction des volumes pulmonaires de l'ordre de 60% et une réduction des mouvements thoraciques d'environ 80%.⁽⁸⁸⁾ Il en résulte une réduction importante de la capacité résiduelle fonctionnelle et de la capacité pulmonaire totale, qui, combinées à la douleur postopératoire sévère occasionnée par cette voie d'abord, est susceptible de ralentir le sevrage de la ventilation mécanique. De plus, la transfusion peropératoire fréquente et importante chez ces patients est un facteur d'agression pulmonaire bien décrit.⁽⁸⁹⁾ L'abord chirurgical pourrait donc avoir un impact significatif. Plusieurs auteurs ont mis en évidence un effet protecteur sur la fonction ventilatoire et un recours diminué à la transfusion sanguine des techniques chirurgicales mini-invasives d'implantation de LVAD, ce que nous avons également observé dans notre cohorte (thèse B. LORDIER, Faculté de Médecine de Strasbourg 2021, N°225).^(90, 91)

Autre constatation importante, les patients du groupe « sous assistance » présentaient une tendance à une évolution neurologique moins bonne à J7 par rapport au groupe « hors

assistance ». Cela se traduit par une proportion plus importante de patients sous sédation ou ne présentant aucun contact à la fin de la première semaine postopératoire. La mobilisation limitée et l'alitement prolongé favorisent la survenue de complications du décubitus dont la sarcopénie qui va participer à l'altération de la mécanique ventilatoire. Il est intéressant de noter que dans notre étude, la présence d'une ECMO en pont n'était pas associée à une augmentation des complications neurologiques à type d'AVC durant la période de recueil.

L'insuffisance rénale aiguë est une complication fréquente du choc cardiogénique. Elle a été décrite comme étant un facteur de risque indépendant de mortalité en cas de défaillance cardiaque.⁽⁹²⁾ Elle est également associée à une mortalité plus élevée et une fonction rénale plus altérée un an après implantation de LVAD.⁽⁹³⁾ Dans notre étude, plus de 40% des patients du groupe « sous assistance » était déjà sous épuration extrarénale en préopératoire. De plus, en postopératoire ce groupe nécessitait une épuration extrarénale plus souvent et sur une période plus longue que les patients du groupe « hors assistance ». Ces résultats sont concordants avec ceux de précédentes études.^(61, 71) Son origine est multifactorielle. Une explication est que les patients du groupe « sous assistance » sont probablement à des stades plus avancés de choc cardiogénique avec une dysfonction ventriculaire droite associée responsable d'un syndrome cardio-rénal de type 1. Le rétablissement de l'hémodynamique à l'initiation de l'ECMO peut s'accompagner d'un syndrome de reperfusion venant aggraver les lésions rénales préexistantes – auquel s'ajoute une hémolyse avec libération d'hémoglobine libre à-même d'entraîner une tubulopathie. Par ailleurs la sternotomie et la durée de CEC pourraient également être des facteurs de risques d'insuffisance rénale aiguë sévère.^(83, 94) La durée de support prolongée par dialyse dans le groupe « sous assistance » peut s'expliquer par le caractère organique des lésions rénales avec une nécrose tubulaire aiguë.

Les complications infectieuses sont une des principales causes de mortalité précoce et tardive après implantation d'un VAD.⁽¹⁸⁾ Dans notre étude nous n'avons pas retrouvé de différence globale d'infections entre les groupes. Néanmoins deux points intéressants sont à noter. Premièrement le groupe « sous assistance » présentait significativement plus d'infections au site d'implantation de l'ECMO (triangle de Scarpa) ou des câbles d'alimentation. Deuxièmement, plus de 80% de la cohorte globale (34/39 et 41/52 patients respectivement) ont reçus une antibiothérapie durant la première semaine postopératoire. Ces constatations font poser la question de l'utilité de la poursuite systématique d'une « antibioprofylaxie » postopératoire orientée par l'écologie locale et des frottis cutanés systématiques. De précédentes études en chirurgie variée (orthopédique, colorectale, cardiaque) n'ont pas mis en évidence de supériorité de la poursuite d'une antibioprofylaxie prolongée en postopératoire par rapport à une attitude classique. Aucune réduction des infections de site opératoire n'était constatée et il existait une majoration du risque d'insuffisance rénale aiguë et d'infections à *Clostridium difficile*.^(95, 96)

La cinétique de la lactatémie est un paramètre important pour le clinicien avec un rôle pronostic majeur. L'association entre clairance précoce du lactate et évolution favorable après assistance par ECMO dans le choc cardiogénique a été documentée dans plusieurs études.^(97, 98) Cependant aucune étude ne s'est intéressée à l'impact d'une clairance précoce du lactate sur le devenir des patients implantés d'un VAD. Dans notre étude, la lactatémie préopératoire était plus basse dans le groupe « sous assistance » et il n'existait pas de différence par la suite avec une lactatémie moyenne inférieure à 2 mmol/L en 24-48 heures postopératoire dans les deux groupes. Ceci témoigne de l'efficacité de l'ECMO pour rétablir un équilibre satisfaisant entre apport et consommation en oxygène.

Dans notre étude, l'assistance par ECMO en pont ne semblait pas avoir d'impact sur les complications hémorragiques ou la nécessité d'une reprise chirurgicale durant la première semaine postopératoire. Aussi, nous n'avons pas retrouvé de différence sur le volume ou la durée de drainage entre les groupes. Néanmoins les patients du groupe « sous assistance » nécessitaient plus de transfusion de plasma frais congelés, de concentrés érythrocytaires et plaquettaires, en particulier au bloc opératoire. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette différence. Premièrement l'ECMO, tout comme les VAD, entraîne une coagulopathie. Celle-ci est multifactorielle : hémolyse, consommation des facteurs de coagulation, activation excessive de la fibrinolyse, thrombopénie, dysfonction plaquettaire et syndrome de Willebrand acquis.⁽⁹⁹⁾ Ensuite, le groupe « sous assistance » tend à présenter plus de dysfonction hépatique préopératoire, connu pour avoir un impact négatif sur le saignement.⁽¹⁰⁰⁾ Notre étude est la plus grande cohorte à s'être intéressée à l'impact de l'ECMO en BTVAD sur les besoins transfusionnels périopératoires.⁽⁶¹⁾ L'épargne transfusionnelle chez ces patients est un enjeu majeur puisque la transfusion est associée à des complications rénales, respiratoires, infectieuses et immunitaires.^(101, 102) Le risque majoré d'allo-immunisation peut compliquer l'accès à la transplantation cardiaque réduisant le nombre de donneurs potentiels. La transfusion impacte également la fonction ventriculaire droite déjà mise à rude épreuve par l'implantation du VAD. En effet, la transfusion massive va distendre le ventricule droit, stimulant la libération de cytokines qui vont majorer les résistances vasculaires pulmonaires et augmenter la postcharge du ventricule droit. Cette dysfonction ventriculaire droite va renforcer la coagulopathie par la congestion hépatique, à l'origine d'un cercle vicieux pouvant aboutir à la nécessiter d'assister mécaniquement le ventricule droit.⁽⁴²⁾ Quand il est techniquement possible, l'abord mini-invasif pourrait permettre une réduction des besoins transfusionnels périopératoire.⁽⁹¹⁾ D'autre part il pourrait être intéressant d'évaluer l'intérêt du thromboélastogramme (TEG) pour guider la transfusion

dans cette population de patients. En chirurgie cardiaque, certains auteurs ont mis en évidence une réduction significative de la transfusion de produits sanguins labiles et de médicaments dérivés du sang en périopératoire ainsi qu'une réduction moyenne de l'usage de produits sanguins labiles de 40% après implémentation du TEG.^(103, 104)

La survie à vingt-huit jours (67% vs. 72%), trois mois (46% vs. 58%), 1 an (38% vs. 43%) et 4 ans (18% vs. 21%) n'était pas différente entre les groupes. Également, la proportion de patients transplantés cardiaque concernait, sans différence, plus d'un tiers des patients dans chaque groupe (36% dans le groupe « sous assistance » et 31% dans le groupe « sans assistance »). Ces résultats, bien que légèrement inférieurs, restent cohérents à ceux de la littérature qui retrouve une survie entre 62% et 75% à 30 jours, 43% à 86% à 1 an et 57% à 5 ans.^(36, 66, 71-73) Nos résultats peuvent s'expliquer par l'extrême sévérité préopératoire des patients du groupe « sous assistance » avec 33% d'arrêt cardiaque initial, 87% de ventilation mécanique, 43% d'insuffisance rénale aiguë dialysée et 23% d'insuffisance hépatique. Dès lors, même si ces patients ont un risque élevé d'évolution péjorative on peut supposer qu'ils seraient décédés sans ECMO. Une survie de 38% à 1 an apparaît donc très significative cliniquement à l'échelle individuelle. De plus, la cohorte était hétérogène puisqu'elle incluait les patients implantés d'un BiVAD qui sont connus pour avoir une évolution moins bonne que les LVAD.^(35, 105) Dans une étude rétrospective de faible effectif, Unai *et al.* ne trouvaient pas de différence sur la survie ou la qualité de vie entre patients INTERMACS 1 assistés par ECMO ou non avant implantation.⁽⁷⁹⁾ Des études complémentaires sur des effectifs de grande taille sont nécessaires pour confirmer ces résultats. Il est intéressant de noter que dans notre étude, malgré leur sévérité, les patients du groupe « sous assistance » (INTERMACS 1) avaient les mêmes chances que les patients moins sévères du groupe « hors assistance »

(INTERMAC 2 - 3) d'être transplantés à 1 an et que leur durée de survie globale après la greffe était similaire.

Notre travail présente plusieurs limites. Le caractère rétrospectif monocentrique et de faible effectif nous expose à des biais de sélection, d'investigation et peut réduire la validité externe de l'étude. L'hétérogénéité importante des groupes et la sévérité des patients du groupe « sous assistance » dans notre étude a également pu influencer les résultats et rend délicat la comparaison avec la littérature. Il est difficile de comparer les résultats de l'ECMO entre différents centres, chacun ayant des stratégies de *bridge* différentes et dépendant de l'expertise locale. Il faut noter que les séries américaines incluent volontiers les patients sous BCPIA dans la catégorie INTERMACS 1, ce qui n'est pas le cas en France et dans notre étude. De plus, en dehors de certaines indications absolues (insuffisance circulatoire réfractaire, arrêt cardiocirculatoire réfractaire) et contre-indications (maladie artérielle périphérique sévère, âge avancé, fragilité) il n'existe pas de protocole standardisé pour l'introduction d'une ECMO dont la décision revient au praticien en charge du patient. L'analyse des données couvre huit années durant lesquelles la recherche constante de l'excellence entraîne des modifications de prise en charge chirurgicale et périopératoire (en réanimation et par mise en place d'un programme de réhabilitation avant la chirurgie chez les patients ambulatoires), et une évolution de la technologie des VAD à l'origine d'un biais de confusion. Nous pouvons citer comme exemple la disparité entre les dispositifs implantés mais encore l'abord chirurgical avec une approche mini-invasive qui prend une place croissante dans l'implantation des LVAD. Une autre limite est le biais du survivant causé par la sélection des patients sous ECMO avec le meilleur pronostic comme candidats au LVAD.

Malgré les avancées importantes réalisées dans le domaine de l'assistance circulatoire mécanique temporaire et durable les axes d'amélioration sont encore nombreux, que ce soit en pré-, per- ou postopératoire. Affiner la sélection des patients éligibles à cette thérapeutique et optimiser leur état clinique avant la chirurgie majeure qu'est l'implantation d'un VAD est essentiel pour impacter positivement leur évolution postopératoire. L'objectif de la stratégie de *bridge-to-VAD* devrait être de déplacer le risque associé à l'implantation d'un patient INTERMACS 1 vers le risque d'un patient INTERMACS 2 ou 3 en minimisant les complications secondaires à l'assistance temporaire. Une stratégie intéressante décrite par certains auteurs est celle du sevrage précoce de l'ECMO grâce à une Impella™ qui pourrait permettre de réduire les complications, en particulier neurologiques et de coagulopathie, prolonger la durée de stabilisation avant implantation, optimiser la fonction ventriculaire droite et limiter les complications du décubitus en mobilisant le patient avant implantation(106).ⁱ L'abord mini-invasif par thoracotomie pour l'implantation des LVAD semble également une stratégie prometteuse avec une meilleure évolution clinique en postopératoire précoce et une réduction de l'utilisation de produits sanguins(91). Nos résultats suggèrent que la stratégie de *bridge-to-VAD* est valable mais des études de plus forte puissance sont nécessaires pour évaluer l'impact des complications à long terme de l'ECMO en BTVAD chez des patients INTERMACS 1.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'insuffisance cardiaque est un problème majeur de santé publique affectant 26 millions de personnes à travers le monde. Sa prévalence en France est évaluée à 2,3% de la population adulte soit plus d'un million de personnes. L'insuffisance cardiaque chronique est la cause de plus de 160 000 hospitalisations et 70 000 décès par an.

Pour les patients atteints d'une insuffisance cardiaque avancée, le traitement de référence reste la transplantation cardiaque. Néanmoins la greffe a toujours été une option thérapeutique limitée de par la faible disponibilité des greffons pour un nombre toujours croissant de candidats. C'est dans ce cadre que l'assistance circulatoire mécanique de longue durée s'est développée pour se positionner aujourd'hui comme une alternative valable en fournissant un excellent support hémodynamique permettant d'améliorer la survie et la qualité de vie des patients par rapport au traitement médical optimal.

Parmi les patients en insuffisance cardiaque avancée, ceux en choc cardiogénique ont le plus mauvais pronostic à court et long terme. L'implantation immédiate d'une assistance ventriculaire durable chez ces patients INTERMACS 1 est associée à une balance bénéfice-risque défavorable avec une morbidité importante comparé à des profils INTERMACS plus faibles. Il n'existe actuellement pas de consensus sur la méthode optimale de stabilisation de ces patients en choc cardiogénique réfractaire avant implantation. L'utilisation d'une assistance circulatoire temporaire en pont à l'implantation d'une assistance circulatoire durable a pour objectif de stabiliser l'état hémodynamique afin d'améliorer l'évolution de ces patients sévères après implantation. Actuellement, deux modalités sont disponibles, d'une part une circulation extracorporelle périphérique assurant une assistance circulatoire complète avec shunt de la circulation pulmonaire et présence d'un oxygénateur (ECMO), d'autre part un dispositif de décharge monoventriculaire transvalvulaire (Impella™) droit et/ou gauche ; ces dispositifs peuvent être couplés (ECPELLA). L'ECMO est associée à des complications qui lui sont propres, nous avons donc émis l'hypothèse que l'évolution des patients implantés alors

qu'ils sont en choc cardiogénique nécessitant une assistance circulatoire temporaire par ECMO et/ou Impella™ ont un pronostic et une évolution postopératoire plus défavorable.

Nous avons analysé rétrospectivement les données de 92 patients implantés d'une assistance ventriculaire durable aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg entre 2012 et 2020 (68 LVAD ; 24 BiVAD), dont 39 étaient sous assistance en pont à l'implantation. L'objectif était d'évaluer l'impact de cette assistance en pont à l'implantation d'assistance circulatoire de longue durée sur les complications périopératoires et le devenir des patients.

Les patients du groupe sous assistance étaient plus jeunes et présentaient moins souvent une cardiopathie avancée. Au moment de l'implantation, tous étaient en réanimation, un-tiers des patients avaient présenté un arrêt cardiaque ; l'infection, la dépendance à la ventilation et à l'épuration extrarénale étaient significativement plus fréquentes dans ce groupe, se traduisant par un SOFA significativement plus élevé avant le bloc (12 ± 4 vs. 8 ± 4 , $p < 0,01$) et à l'admission en réanimation (14 ± 3 vs. 13 ± 1 , $p = 0,01$).

Après implantation, le sevrage ventilatoire était moins rapide, l'évolution neurologique moins bonne et l'insuffisance rénale aiguë plus fréquente dans le groupe ECMO, en particulier en postopératoire précoce. Cette différence disparaissait par la suite avec néanmoins une grande hétérogénéité au sein de la cohorte. Par la suite, les patients peuvent être séparés en trois groupes : patients décédant précocement, dans les 90 jours suivant l'implantation – le plus souvent sans sortie du service de réanimation, patients sous assistance sans projet de greffe et patients greffés. La répartition n'est pas différente entre les patients implantés sous assistance ou non, respectivement 21, 4 et 14 et 21, 16 et 16 ($p = 0,20$). Chez les patients survivants plus de 90 jours, la médiane de survie s'établit entre 3 et 4 ans.

Ces résultats comparés au pronostic sombre des chocs cardiogéniques réfractaires sont encourageants et pourraient inciter à poursuivre cette stratégie d'utilisation d'une assistance circulatoire temporaire en pont à l'implantation d'une assistance circulatoire de longue durée. Cependant, d'autres études multicentriques sur des cohortes plus importantes sont nécessaires pour évaluer à plus long terme les

complications comme l'insuffisance rénale aiguë, les événements hémorragiques ou infectieux, les accidents vasculaires cérébraux ou les dysfonctions de matériel qui sont les principales causes de décès après implantation. La qualité de vie des patients n'est pas connue car hors de notre travail même si elle reste un élément majeur à considérer pour évaluer l'impact de ces thérapeutiques d'exception.

Nous pouvons donc conclure que l'ECMO en pont à l'implantation d'une assistance circulatoire de longue durée semble être une stratégie valable de stabilisation des patients en choc cardiogénique réfractaire puisqu'elle ne semble pas associée à une majoration des complications précoces en réanimation ou à une réduction de la survie à 4 ans.

VU

Strasbourg, le 24 février 2022.

Le président du jury

Professeur Paul-Michel MERTES

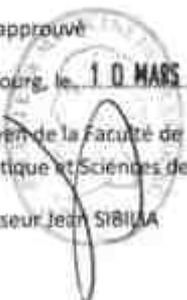


Vu et approuvé

Strasbourg, le 1⁰ MARS 2022

Le Doyen de la Faculté de Médecine,
Maieutique et Sciences de la Santé

Professeur Jean SIBILIA



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ambrosy AP, Fonarow GC, Butler J, Chioncel O, Greene SJ, Vaduganathan M, *et al.* The global health and economic burden of hospitalizations for heart failure: lessons learned from hospitalized heart failure registries. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(12):1123-33.
2. Orso F, Fabbri G, Maggioni AP. Epidemiology of Heart Failure. *Handb Exp Pharmacol.* 2017;243:15-33.
3. Tuppin P, Ricci-Renaud P, de Peretti C, Fagot-Campagna A, Alla F, Danchin N, *et al.* Frequency of cardiovascular diseases and risk factors treated in France according to social deprivation and residence in an overseas territory. *Int J Cardiol.* 2014;173(3):430-5.
4. Maggioni AP, Anker SD, Dahlstrom U, Filippatos G, Ponikowski P, Zannad F, *et al.* Are hospitalized or ambulatory patients with heart failure treated in accordance with European Society of Cardiology guidelines? Evidence from 12,440 patients of the ESC Heart Failure Long-Term Registry. *Eur J Heart Fail.* 2013;15(10):1173-84.
5. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, *et al.* 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 2016;37(27):2129-200.
6. Pocock SJ, Ariti CA, McMurray JJ, Maggioni A, Kober L, Squire IB, *et al.* Predicting survival in heart failure: a risk score based on 39 372 patients from 30 studies. *Eur Heart J.* 2013;34(19):1404-13.
7. Barasa A, Schaufelberger M, Lappas G, Swedberg K, Dellborg M, Rosengren A. Heart failure in young adults: 20-year trends in hospitalization, aetiology, and case fatality in Sweden. *Eur Heart J.* 2014;35(1):25-32.
8. Pousset F, Isnard R, Komajda M. [Heart failure: public health's problem]. *Rev Med Interne.* 2005;26(11):843-4.
9. Ruppap TM, Cooper PS, Mehr DR, Delgado JM, Dunbar-Jacob JM. Medication Adherence Interventions Improve Heart Failure Mortality and Readmission Rates: Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(6).
10. Allen LA, Stevenson LW, Grady KL, Goldstein NE, Matlock DD, Arnold RM, *et al.* Decision making in advanced heart failure: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2012;125(15):1928-52.
11. Aissaoui N, Morshuis M, Maoulida H, Salem JE, Lebreton G, Brunn M, *et al.* Management of end-stage heart failure patients with or without ventricular assist device: an observational comparison of clinical and economic outcomes. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018;53(1):170-7.
12. Stevenson LW, Pagani FD, Young JB, Jessup M, Miller L, Kormos RL, *et al.* INTERMACS profiles of advanced heart failure: the current picture. *J Heart Lung Transplant.* 2009;28(6):535-41.
13. Kittleson MM, Kobashigawa JA. Cardiac Transplantation: Current Outcomes and Contemporary Controversies. *JACC Heart Fail.* 2017;5(12):857-68.

14. Lund LH, Edwards LB, Kucheryavaya AY, Benden C, Dipchand AI, Goldfarb S, *et al.* The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-second Official Adult Heart Transplantation Report--2015; Focus Theme: Early Graft Failure. *J Heart Lung Transplant.* 2015;34(10):1244-54.
15. Agence de Biomédecine. Synthèse de l'activité de greffe cardiaque en France pour l'année 2020. <https://rams.agence-biomedecine.fr/greffe-cardiaque-0#:~:text=Synth%C3%A8se%20de%20l'activit%C3%A9,2020%20est%20de%205%20172>.
16. Rahmel A. Eurotransplant International Foundation Annual Report 2013. (Leiden, NL - 158 p). <https://www.eurotransplant.org/wp-content/uploads/2019/12/AR2013.pdf>.
17. Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, Heitjan DF, Stevenson LW, Dembitsky W, *et al.* Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N Engl J Med.* 2001;345(20):1435-43.
18. Molina EJ, Shah P, Kiernan MS, Cornwell WK, 3rd, Copeland H, Takeda K, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons Intermacs 2020 Annual Report. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(3):778-92.
19. Miller LW, Pagani FD, Russell SD, John R, Boyle AJ, Aaronson KD, *et al.* Use of a continuous-flow device in patients awaiting heart transplantation. *N Engl J Med.* 2007;357(9):885-96.
20. Trivedi JR, Cheng A, Singh R, Williams ML, Slaughter MS. Survival on the heart transplant waiting list: impact of continuous flow left ventricular assist device as bridge to transplant. *Ann Thorac Surg.* 2014;98(3):830-4.
21. Rogers JG, Butler J, Lansman SL, Gass A, Portner PM, Pasque MK, *et al.* Chronic mechanical circulatory support for inotrope-dependent heart failure patients who are not transplant candidates: results of the INTrEPID Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50(8):741-7.
22. Riebandt J, Haberl T, Mahr S, Laufer G, Rajek A, Steinlechner B, *et al.* Preoperative patient optimization using extracorporeal life support improves outcomes of INTERMACS Level I patients receiving a permanent ventricular assist device. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;46(3):486-92.
23. Schmitto JD, Zimpfer D, Fiane AE, Larbalestier R, Tsui S, Jansz P, *et al.* Long-term support of patients receiving a left ventricular assist device for advanced heart failure: a follow-up analysis of the Registry to Evaluate the HeartWare Left Ventricular Assist System. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;50(5):834-8.
24. Rogers JG, Aaronson KD, Boyle AJ, Russell SD, Milano CA, Pagani FD, *et al.* Continuous flow left ventricular assist device improves functional capacity and quality of life of advanced heart failure patients. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(17):1826-34.
25. Lund LH, Matthews J, Aaronson K. Patient selection for left ventricular assist devices. *Eur J Heart Fail.* 2010;12(5):434-43.
26. Kirklin JK, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, Myers SL, *et al.* Eighth annual INTERMACS report: Special focus on framing the impact of adverse events. *J Heart Lung Transplant.* 2017;36(10):1080-6.
27. Boyle AJ, Ascheim DD, Russo MJ, Kormos RL, John R, Naka Y, *et al.* Clinical outcomes for continuous-flow left ventricular assist device patients stratified by pre-operative INTERMACS classification. *J Heart Lung Transplant.* 2011;30(4):402-7.
28. Estep JD, Starling RC, Horstmanshof DA, Milano CA, Selzman CH, Shah KB, *et al.* Risk Assessment and Comparative Effectiveness of Left Ventricular Assist Device and Medical Management in Ambulatory Heart Failure Patients: Results From the ROADMAP Study. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(16):1747-61.

29. Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, *et al.* Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med.* 2009;361(23):2241-51.
30. Reverdin S, Tozzi P, Yerly P, Vala D, Yarol N, Meyer P, *et al.* [Long-term mechanical circulatory support: where do we stand in 2013?]. *Rev Med Suisse.* 2013;9(388):1148-50, 52-3.
31. Sabashnikov A, Mohite PN, Zych B, Popov AF, Fatullayev J, Zeriouh M, *et al.* Outcomes in patients receiving HeartMate II versus HVAD left ventricular assist device as a bridge to transplantation. *Transplant Proc.* 2014;46(5):1469-75.
32. Slaughter MS, Pagani FD, McGee EC, Birks EJ, Cotts WG, Gregoric I, *et al.* HeartWare ventricular assist system for bridge to transplant: combined results of the bridge to transplant and continued access protocol trial. *J Heart Lung Transplant.* 2013;32(7):675-83.
33. Rogers JG, Pagani FD, Tatroles AJ, Bhat G, Slaughter MS, Birks EJ, *et al.* Intrapericardial Left Ventricular Assist Device for Advanced Heart Failure. *N Engl J Med.* 2017;376(5):451-60.
34. Mehra MR, Goldstein DJ, Uriel N, Cleveland JC, Jr., Yuzefpolskaya M, Salerno C, *et al.* Two-Year Outcomes with a Magnetically Levitated Cardiac Pump in Heart Failure. *N Engl J Med.* 2018;378(15):1386-95.
35. Vierecke J, Gahl B, de By T, Antretter H, Beyersdorf F, Caliskan K, *et al.* Results of primary biventricular support: an analysis of data from the EUROMACS registry. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019;56(6):1037-45.
36. Ton VK, Xie R, Hernandez-Montfort JA, Meyns B, Nakatani T, Yanase M, *et al.* Short- and long-term adverse events in patients on temporary circulatory support before durable ventricular assist device: An IMACS registry analysis. *J Heart Lung Transplant.* 2020;39(4):342-52.
37. Schmid C, Tjan T, Etz C, Welp H, Rukosujew A, Klotz S, *et al.* The excor device - revival of an old system with excellent results. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;54(6):393-9.
38. Farrar DJ. The thoratec ventricular assist device: a paracorporeal pump for treating acute and chronic heart failure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;12(3):243-50.
39. Kirsch M, Mazzucotelli JP, Roussel JC, Bouchot O, N'Loga J, Leprince P, *et al.* Survival after biventricular mechanical circulatory support: does the type of device matter? *J Heart Lung Transplant.* 2012;31(5):501-8.
40. Mazzucotelli JP, Leprince P, Litzler PY, Vincentelli A, Le Guyader A, Kirsch M, *et al.* Results of mechanical circulatory support in France. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011;40(3):e112-7.
41. Anselmi A, Galand V, Vincentelli A, Boule S, Dambrin C, Delmas C, *et al.* Current results of left ventricular assist device therapy in France: the ASSIST-ICD registry. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;58(1):112-20.
42. Goldstein DJ, Beauford RB. Left ventricular assist devices and bleeding: adding insult to injury. *Ann Thorac Surg.* 2003;75(6 Suppl):S42-7.
43. Meyer AL, Malehsa D, Budde U, Bara C, Haverich A, Strueber M. Acquired von Willebrand syndrome in patients with a centrifugal or axial continuous flow left ventricular assist device. *JACC Heart Fail.* 2014;2(2):141-5.
44. Demirozu ZT, Radovancevic R, Hochman LF, Gregoric ID, Letsou GV, Kar B, *et al.* Arteriovenous malformation and gastrointestinal bleeding in patients with the HeartMate II left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant.* 2011;30(8):849-53.

45. Geisen U, Brehm K, Trummer G, Berchtold-Herz M, Heilmann C, Beyersdorf F, *et al.* Platelet Secretion Defects and Acquired von Willebrand Syndrome in Patients With Ventricular Assist Devices. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(2).
46. Ochiai Y, McCarthy PM, Smedira NG, Banbury MK, Navia JL, Feng J, *et al.* Predictors of severe right ventricular failure after implantable left ventricular assist device insertion: analysis of 245 patients. *Circulation.* 2002;106(12 Suppl 1):1198-202.
47. Nwakanma LU, Williams JA, Weiss ES, Russell SD, Baumgartner WA, Conte JV. Influence of pretransplant panel-reactive antibody on outcomes in 8,160 heart transplant recipients in recent era. *Ann Thorac Surg.* 2007;84(5):1556-62; discussion 62-3.
48. Park SJ, Milano CA, Tatoes AJ, Rogers JG, Adamson RM, Steidley DE, *et al.* Outcomes in advanced heart failure patients with left ventricular assist devices for destination therapy. *Circ Heart Fail.* 2012;5(2):241-8.
49. John R, Naka Y, Smedira NG, Starling R, Jorde U, Eckman P, *et al.* Continuous flow left ventricular assist device outcomes in commercial use compared with the prior clinical trial. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(4):1406-13.
50. Mandawat A, Rao SV. Percutaneous Mechanical Circulatory Support Devices in Cardiogenic Shock. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(5).
51. Kohsaka S, Menon V, Lowe AM, Lange M, Dzavik V, Sleeper LA, *et al.* Systemic inflammatory response syndrome after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Arch Intern Med.* 2005;165(14):1643-50.
52. Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson L, Miller M, *et al.* Long-term mechanical circulatory support (destination therapy): on track to compete with heart transplantation? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144(3):584-603; discussion 597-8.
53. Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, *et al.* Sixth INTERMACS annual report: a 10,000-patient database. *J Heart Lung Transplant.* 2014;33(6):555-64.
54. Stretch R, Sauer CM, Yuh DD, Bonde P. National trends in the utilization of short-term mechanical circulatory support: incidence, outcomes, and cost analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(14):1407-15.
55. Esper SA. Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Adv Anesth.* 2017;35(1):119-43.
56. Guglin M, Zucker MJ, Bazan VM, Bozkurt B, El Banayosy A, Estep JD, *et al.* Venoarterial ECMO for Adults: JACC Scientific Expert Panel. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73(6):698-716.
57. Napp LC, Kuhn C, Hoepfer MM, Vogel-Claussen J, Haverich A, Schafer A, *et al.* Cannulation strategies for percutaneous extracorporeal membrane oxygenation in adults. *Clin Res Cardiol.* 2016;105(4):283-96.
58. Rupprecht L, Lunz D, Philipp A, Lubnow M, Schmid C. Pitfalls in percutaneous ECMO cannulation. *Heart Lung Vessel.* 2015;7(4):320-6.
59. Lebreton G, Gentile S, Laskar M, Thomas PA. Organisation de l'activité d'ECMO en France. Consultation d'experts organisée par la SFCTCV. *Chir Thor Cardiovasc* 2014;18(2):75-8.
60. Danial P, Hajage D, Nguyen LS, Mastroianni C, Demondion P, Schmidt M, *et al.* Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study. *Intensive Care Med.* 2018;44(12):2153-61.

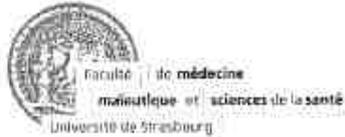
61. Marasco SF, Lo C, Murphy D, Summerhayes R, Quayle M, Zimmet A, *et al.* Extracorporeal Life Support Bridge to Ventricular Assist Device: The Double Bridge Strategy. *Artif Organs.* 2016;40(1):100-6.
62. Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY, Fang HY, Sun CK, Leu S, *et al.* Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock. *Crit Care Med.* 2010;38(9):1810-7.
63. Asaumi Y, Yasuda S, Morii I, Kakuchi H, Otsuka Y, Kawamura A, *et al.* Favourable clinical outcome in patients with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation. *Eur Heart J.* 2005;26(20):2185-92.
64. Doll N, Kiaii B, Borger M, Bucarius J, Kramer K, Schmitt DV, *et al.* Five-year results of 219 consecutive patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postoperative cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(1):151-7; discussion 7.
65. Combes A, Leprince P, Luyt CE, Bonnet N, Trouillet JL, Leger P, *et al.* Outcomes and long-term quality-of-life of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock. *Crit Care Med.* 2008;36(5):1404-11.
66. Tsyganenko D, Gromann TW, Schoenrath F, Mueller M, Mulzer J, Starck C, *et al.* Predictors of mid-term outcomes in patients undergoing implantation of a ventricular assist device directly after extracorporeal life support. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019;55(4):773-9.
67. Carroll BJ, Shah RV, Murthy V, McCullough SA, Reza N, Thomas SS, *et al.* Clinical Features and outcomes in adults with cardiogenic shock supported by extracorporeal membrane oxygenation. *Am J Cardiol.* 2015;116(10):1624-30.
68. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, *et al.* Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial. *Lancet.* 2013;382(9905):1638-45.
69. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, *et al.* 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J.* 2019;40(2):87-165.
70. Kanwar MK, Lohmueller LC, Teuteberg J, Kormos RL, Rogers JG, Benza RL, *et al.* Risk Assessment in Patients with a Left Ventricular Assist Device Across INTERMACS Profiles Using Bayesian Analysis. *ASAIO J.* 2019;65(5):436-41.
71. Lamba HK, Kim M, Santiago A, Hudson S, Civitello AB, Nair AP, *et al.* Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to durable left ventricular assist device implantation in INTERMACS-1 patients. *J Artif Organs.* 2022;25(1):16-23.
72. DeFilippis EM, Clerkin K, Truby LK, Francke M, Fried J, Masoumi A, *et al.* ECMO as a Bridge to Left Ventricular Assist Device or Heart Transplantation. *JACC Heart Fail.* 2021;9(4):281-9.
73. Loyaga-Rendon RY, Boeve T, Tallaj J, Lee S, Leacche M, Lotun K, *et al.* Extracorporeal Membrane Oxygenation as a Bridge to Durable Mechanical Circulatory Support: An Analysis of the STS-INTERMACS Database. *Circ Heart Fail.* 2020;13(3):e006387.
74. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonca A, Bruining H, *et al.* The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 1996;22(7):707-10.

75. Shah P, Smith S, Haft JW, Desai SS, Burton NA, Romano MA, *et al.* Clinical Outcomes of Advanced Heart Failure Patients with Cardiogenic Shock Treated with Temporary Circulatory Support Before Durable LVAD Implant. *ASAIO J.* 2016;62(1):20-7.
76. Hoefler D, Ruttman E, Poelzl G, Kilo J, Hoermann C, Margreiter R, *et al.* Outcome evaluation of the bridge-to-bridge concept in patients with cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg.* 2006;82(1):28-33.
77. Schibilsky D, Haller C, Lange B, Schibilsky B, Haeberle H, Seizer P, *et al.* Extracorporeal life support prior to left ventricular assist device implantation leads to improvement of the patients INTERMACS levels and outcome. *PloS one.* 2017;12(3):e0174262.
78. Baras Shreibati S, Goldhaber-Fiebert JD, Benerjee D, Owens DK, Hlatky MA. Cost-Effectiveness of Left Ventricular Assist Devices in Ambulatory Patients With Advanced Heart Failure. *JAAC Heart Fail* 2017;5(2):110-9.
79. Unai S, Yamane K, Tanaka D, Cook G, Hirose H, Cavarocchi NC, *et al.* Quality of Life and Mid-Term Survival of Patients Bridged with Extracorporeal Membrane Oxygenation to Left Ventricular Assist Device. *ASAIO J.* 2017;63(3):273-8.
80. Cheng R, Ramzy D, Azarbal B, Arabia FA, Esmailian F, Czer LS, *et al.* Device Strategies for Patients in INTERMACS Profiles 1 and 2 Cardiogenic Shock: Double Bridge With Extracorporeal Membrane Oxygenation and Initial Implant of More Durable Devices. *Artif Organs.* 2017;41(3):224-32.
81. Smith M, Vukomanovic A, Brodie D, Thiagarajan R, Rycus P, Buscher H. Duration of veno-arterial extracorporeal life support (VA ECMO) and outcome: an analysis of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) registry. *Critical care.* 2017;21(1):45.
82. Patil NP, Mohite PN, Sabashnikov A, Dhar D, Weymann A, Zeriouh M, *et al.* Preoperative predictors and outcomes of right ventricular assist device implantation after continuous-flow left ventricular assist device implantation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150(6):1651-8.
83. Carmona A, Hoang Minh T, Perrier S, Schneider C, Marguerite S, Ajob G, *et al.* Minimally invasive surgery for left ventricular assist device implantation is safe and associated with a decreased risk of right ventricular failure. *J Thorac Dis.* 2020;12(4):1496-506.
84. Wert L, Chatterjee A, Dogan G, Hanke JS, Boethig D, Tumler KA, *et al.* Minimally invasive surgery improves outcome of left ventricular assist device surgery in cardiogenic shock. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl 15):S1696-S702.
85. Millar JE, Fanning JP, McDonald CI, McAuley DF, Fraser JF. The inflammatory response to extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): a review of the pathophysiology. *Crit Care.* 2016;20(1):387.
86. Maeda T, Toda K, Kamei M, Miyata S, Ohnishi Y. Impact of preoperative extracorporeal membrane oxygenation on vasoactive inotrope score after implantation of left ventricular assist device. *Springerplus.* 2015;4:821.
87. Badenes R, Lozano A, Belda FJ. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit Care Res Pract.* 2015;2015:420513.
88. Ragnarsdottir M, Kristjansdottir A, Ingvarsdottir I, Hannesson P, Torfason B, Cahalin L. Short-term changes in pulmonary function and respiratory movements after cardiac surgery via median sternotomy. *Scand Cardiovasc J.* 2004;38(1):46-52.

- 89.** McVey MJ, Kapur R, Cserti-Gazdewich C, Semple JW, Karkouti K, Kuebler WM. Transfusion-related Acute Lung Injury in the Perioperative Patient. *Anesthesiology*. 2019;131(3):693-715.
- 90.** Carrozzini M, Bejko J, Guariento A, Rubino M, Bianco R, Tarzia V, *et al.* Minimally Invasive Implantation of Continuous Flow Left Ventricular Assist Devices: The Evolution of Surgical Techniques in a Single-Center Experience. *Artif Organs*. 2019;43(3):E41-E52.
- 91.** Sileshi B, O'Hara BK, Davis ME, Haglund NA, Meng X, Deegan R, *et al.* Outcomes of Patients Implanted Using a Left Thoracotomy Technique for a Miniaturized Centrifugal Continuous-Flow Pump. *ASAIO J*. 2016;62(5):539-44.
- 92.** Ghionzoli N, Sciacaluga C, Mandoli GE, Vergaro G, Gentile F, D'Ascenzi F, *et al.* Cardiogenic shock and acute kidney injury: the rule rather than the exception. *Heart Fail Rev*. 2021;26(3):487-96.
- 93.** Muslem R, Caliskan K, Akin S, Sharma K, Gilotra NA, Constantinescu AA, *et al.* Acute kidney injury and 1-year mortality after left ventricular assist device implantation. *J Heart Lung Transplant*. 2018;37(1):116-23.
- 94.** Di Tomasso N, Monaco F, Landoni G. Hepatic and renal effects of cardiopulmonary bypass. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2015;29(2):151-61.
- 95.** Branch-Elliman W, O'Brien W, Strymish J, Itani K, Wyatt C, Gupta K. Association of Duration and Type of Surgical Prophylaxis With Antimicrobial-Associated Adverse Events. *JAMA Surg*. 2019;154(7):590-8.
- 96.** de Jonge SW, Boldingh QJJ, Solomkin JS, Dellinger EP, Egger M, Salanti G, *et al.* Effect of postoperative continuation of antibiotic prophylaxis on the incidence of surgical site infection: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 2020;20(10):1182-92.
- 97.** Slottosch I, Liakopoulos O, Kuhn E, Scherner M, Deppe AC, Sabashnikov A, *et al.* Lactate and lactate clearance as valuable tool to evaluate ECMO therapy in cardiogenic shock. *J Crit Care*. 2017;42:35-41.
- 98.** Mungan I, Kazanci D, Bektas S, Ademoglu D, Turan S. Does lactate clearance prognosticates outcomes in ECMO therapy: a retrospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2018;18(1):152.
- 99.** Thomas J, Kostousov V, Teruya J. Bleeding and Thrombotic Complications in the Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Semin Thromb Hemost*. 2018;44(1):20-9.
- 100.** Yang JA, Kato TS, Shulman BP, Takayama H, Farr M, Jorde UP, *et al.* Liver dysfunction as a predictor of outcomes in patients with advanced heart failure requiring ventricular assist device support: Use of the Model of End-stage Liver Disease (MELD) and MELD eXcluding INR (MELD-XI) scoring system. *J Heart Lung Transplant*. 2012;31(6):601-10.
- 101.** Hong Y, Dufendach K, Wang Y, Thoma F, Kilic A. Impact of early massive transfusion and blood component ratios in patients undergoing left ventricular assist device implantation. *J Card Surg*. 2021;36(12):4519-26.
- 102.** Karkouti K. Transfusion and risk of acute kidney injury in cardiac surgery. *Br J Anaesth*. 2012;109 Suppl 1:i29-i38.
- 103.** Redfern RE, Fleming K, March RL, Bobulski N, Kuehne M, Chen JT, *et al.* Thrombelastography-Directed Transfusion in Cardiac Surgery: Impact on Postoperative Outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2019;107(5):1313-8.

- 104.** Fleming K, Redfern RE, March RL, Bobulski N, Kuehne M, Chen JT, *et al.* TEG-Directed Transfusion in Complex Cardiac Surgery: Impact on Blood Product Usage. *J Extra Corpor Technol.* 2017;49(4):283-90.
- 105.** Grimm JC, Sciortino CM, Magruder JT, Dungan SP, Valero V, 3rd, Sharma K, *et al.* Outcomes in Patients Bridged With Univentricular and Biventricular Devices in the Modern Era of Heart Transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2016;102(1):102-8.
- 106.** Bertoldi LF, Pappalardo F, Lubos E, Grahn H, Rybczinski M, Barten MJ, *et al.* Bridging INTERMACS 1 patients from VA-ECMO to LVAD via Impella 5.0: De-escalate and ambulate. *J Crit Care.* 2020;57:259-63.

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR



DECLARATION SUR L'HONNEUR

Document avec signature originale devant être joint :
 - à votre mémoire de D.E.S.
 - à votre dossier de demande de soutenance de thèse

Nom : Munsch

Prénom : Cédric

Ayant été informé(e) qu'en m'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans mon propre mémoire de spécialité ou dans mon mémoire de thèse de docteur en médecine, je me rendrais coupable d'un délit de contrefaçon au sens de l'article L335-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle et que ce délit était constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics.

Ayant été avisé(e) que le président de l'université sera informé de cette tentative de fraude ou de plagiat, afin qu'il saisisse la juridiction disciplinaire compétente,

Ayant été informé(e) qu'en cas de plagiat, la soutenance du mémoire de spécialité et/ou de la thèse de médecine sera alors automatiquement annulée, dans l'attente de la décision que prendra la juridiction disciplinaire de l'université.

J'atteste sur l'honneur

Ne pas avoir reproduit dans mes documents tout ou partie d'œuvre(s) déjà existante(s), à l'exception de quelques brèves citations dans le texte, mises entre guillemets et référencées dans la bibliographie de mon mémoire.

A écrire à la main : « J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète ».

*J'atteste sur l'honneur avoir connaissance
des suites disciplinaires ou pénales que
j'encours en cas de déclaration erronée ou
incomplète.*

A STRASBOURG, le 13/02/22

Signature originale :

A Strasbourg, le 13/02/2022

Photocopie de cette déclaration devant être annexée en dernière page de votre mémoire de D.E.S. ou de Thèse.

ECMO en pont à l'implantation d'une assistance ventriculaire : impact sur les complications périopératoires et le devenir des patients

RÉSUMÉ :

Objectif : Évaluer l'impact de l'ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) en pont à l'implantation de dispositifs d'assistance mono- ou biventriculaire au cours du choc cardiogénique et de l'insuffisance cardiaque avancée sur la morbidité postopératoire précoce en réanimation et la survie.

Type d'étude : Étude rétrospective monocentrique sur données au CHU de Strasbourg.

Patients et méthodes : Les patients adultes qui ont nécessité l'implantation d'une assistance cardiaque monoventriculaire gauche (LVAD) ou biventriculaire (BiVAD) entre 2012 et 2020 dans le service de chirurgie cardiaque des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg ont été classés en deux groupes : « sous assistance » pré-implantation et « sans assistance ». Les données pré-, per- et postopératoires ont été analysées.

Résultats : Quarante-deux patients ont été inclus, 39 dans le bras « hors assistance » pré-implantation et 53 dans le bras « hors assistance ». Il n'existe pas de différence en termes de comorbidités ou de pathologie causale. Les patients sous assistance en pont à l'implantation présentent une gravité évaluée par le score SOFA significativement plus importante en préopératoire, à J0 et J1, en particulier au niveau hémodynamique, respiratoire, neurologique et rénal. Cette différence statistique disparaît à partir de J2 avec une grande hétérogénéité au sein de la cohorte. Il existe des besoins en produits sanguins labiles plus importants dans le groupe « sous assistance » et cet effet est concentré au bloc opératoire. La survie mortalité précoce (à 3 mois) tend à être supérieure dans le groupe « sous assistance ». Cette différence disparaît par la suite avec une survie de l'ordre de 40% à un an (incluant une transplantation chez certains patients).

Conclusion : L'assistance en pont à l'implantation d'une assistance mono- ou biventriculaire semble associée à une réduction de la survie précoce à 3 mois, sans augmentation des complications précoces en réanimation

RUBRIQUE DE CLASSEMENT :

Anesthésie - Réanimation

MOTS CLÉS :

ECMO, LVAD, BiVAD, complications, survie

JURY :

Président :	Professeur Paul Michel MERTES
Assesseurs :	Professeur Olivier COLLANGE
	Professeur Michel KINDO
	Docteur Gharib AJOB
	Docteur Xavier DELABRANCHE, directeur

ADRESSE DE L'AUTEUR :

M. Cédric MUNSCH – 6, rue de Sainte-Marie-Aux-Mines 67100 STRASBOURG
